



Avaliação da força muscular pelo teste do esfigmomanômetro modificado: uma revisão da literatura

Evaluation of muscular strength with the modified sphygmomanometer test: a review of the literature

Lucas Araújo Castro e Souza^[a], Júlia Caetano Martins^[b], Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela^[c],
Marina Resende Godoy^[d], Larissa Tavares Aguiar^[e], Christina Danielli Coelho de Moraes Faria^[f]

^[a] Fisioterapeuta, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: lucasouza16@yahoo.com.br

^[b] Fisioterapeuta, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: julia_caetano@yahoo.com.br

^[c] Fisioterapeuta, doutora em Anatomia e Biologia Celular pela Queen's University, Canadá, professora titular do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: lfts@ufmg.br

^[d] Graduanda em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: marinagod@gmail.com

^[e] Graduanda em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: larissatavares2004@hotmail.com

^[f] Fisioterapeuta, doutora em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), professora adjunta do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: cdcmf@ufmg.br

Resumo

Introdução: O Teste do esfigmomanômetro modificado (TEM) tem potencial de ampla aplicação clínica para mensuração da força muscular. **Objetivo:** Realizar uma ampla revisão da literatura para descrever como o TEM vem sendo utilizado para avaliação da força muscular, bem como suas propriedades de medida. **Materiais e métodos:** Foram realizadas buscas nas bases de dados MEDLINE/LILACS/SciELO/PEDro com combinação de termos específicos, sem restrições quanto ao idioma e publicados até novembro/2011, seguida de busca manual ativa. Todos os estudos encontrados foram analisados por dois examinadores

independentes. **Resultados:** Dos 24 estudos incluídos, 11 investigaram alguma propriedade psicométrica (validade de critério concorrente e confiabilidade) e reportaram resultados adequados. O TEM já foi utilizado para avaliação da força muscular de crianças, adultos e idosos, saudáveis ou acometidos por alguma condição de saúde; doenças reumáticas e dor lombar foram as mais comuns. Já foi utilizado para avaliação dos músculos do tronco e membros; os membros superiores foram os mais avaliados (79,16%), principalmente os preensores palmares. Todos realizaram adaptação no esfigmomanômetro, a maioria utilizou contração muscular por 5 segundos, pré-insuflação do equipamento de 20 mmHg e não foi reportado o tempo de repouso nem o número de repetições. **Considerações finais:** Apesar de apresentar adequadas propriedades de medida e ampla aplicabilidade clínica, o TEM ainda é pouco utilizado para avaliação da força muscular e não foi empregado em estudos com indivíduos em que este desfecho é comumente avaliado. A falta de padronização e/ou descrição dos procedimentos adotados dificulta a replicação dos métodos para utilização do TEM na prática clínica.

Palavras-chave: Avaliação. Força muscular. Revisão.

Abstract

Introduction: *The Modified Sphygmomanometer Test (MST) has potential for wide clinical applications for the assessment of muscular strength.* **Objective:** *To perform a literature review to describe how the MST has been employed for the evaluation of strength and its psychometric properties.* **Materials and methods:** *An extensive search was performed with the MEDLINE, SciELO, LILACS, and PEDro databases, by combining specific keywords, without language restrictions, and published until November/2011, followed by active manual search.* **Results:** *Out of the 24 included studies, 11 investigated criterion-related validity and reliability with adequate results. The MST has been applied for the evaluation of strength in different populations, such as children, adults, and elderly, healthy or with some health conditions, been the rheumatic diseases and low back pain the most common. It has been applied for the assessment of trunk and limb muscles, mainly for the upper limb muscles (76.19%), principally handgrip. All of the studies performed some adaptations in the equipment and the majority used 5s of contraction, equipment pre-inflation of 20 mmHg. None reported the resting time neither the number of trials.* **Final considerations:** *Despite the clinical applicability of the MST and the adequate psychometric properties, this test is still little used for the evaluation of strength and was not applied in subjects with important strength impairments. The lack of standardization and/or description of the adopted procedures hinder the MST replication in clinical contexts.*

Keywords: *Assessment. Muscular strength. Review.*

Introdução

A mensuração da força muscular é fundamental para a avaliação funcional dos indivíduos, sendo utilizada na prática clínica com diversos objetivos, dentre eles o diagnóstico funcional para avaliação da melhora ou piora ao longo do tempo, e como medida preditiva ou prognóstica (1, 2) para a ocorrência de quedas (3) e de limitações na realização de atividades de vida diária (4, 5, 6). O Teste Muscular Manual (TMM) é o método mais utilizado na clínica para a mensuração da força muscular (7) por ser de fácil e rápida execução e não apresentar custo com nenhum tipo de instrumentação (1). Apesar dessas

vantagens, o TMM é um método descritivo, subjetivo (8) e de pouca responsividade (1). Especificamente, as suas graduações mais elevadas têm demonstrado inabilidade na discriminação de indivíduos com variações importantes da força muscular (9), além de superestimar a força mensurada (10).

Um equipamento que também pode ser utilizado na clínica para mensurar a força muscular é o dinamômetro portátil, um instrumento que fornece mensurações objetivas, válidas, precisas e sensíveis da força muscular com procedimentos similares aos adotados pelo TMM (11). Entretanto, quando comparado ao TMM, o dinamômetro portátil apresenta como desvantagens o alto custo para a utilização na

clínica, sendo necessária a aquisição de um equipamento exclusivamente para a mensuração da força muscular.

Um método alternativo para a mensuração da força muscular no contexto clínico é o Teste do Esfigmomanômetro Modificado (TEM), uma vez que reúne as vantagens do TMM e do dinamômetro portátil (12, 13, 14), sem apresentar as suas principais desvantagens. O TEM envolve a utilização do esfigmomanômetro aneroide, um equipamento de baixo custo, portátil, facilmente encontrado e comumente adquirido pelos profissionais da área da saúde para mensuração da pressão arterial. Além disso, o TEM é de rápida e fácil execução, segue procedimentos similares aos adotados com o TMM ou o dinamômetro portátil e fornece valores objetivos que podem ser associados a medidas de força muscular (13, 15, 16). Algumas propriedades de medida, como a validade e a confiabilidade, já foram investigadas para o TEM em algumas populações, tendo sido reportados resultados adequados (12-22).

Para que essas propriedades de medida já investigadas para o TEM sejam adequadas, e, consequentemente, a avaliação da força muscular com o TEM seja utilizada corretamente na prática clínica, é preciso observar alguns fatores que podem influenciar ou comprometer a mensuração obtida, tais como: o treinamento do examinador para a execução do teste e leitura das medidas (12, 15, 22); a forma como o examinador estabiliza o equipamento durante a execução do teste para evitar a realização de preensão sobre o equipamento e, consequentemente, o aumento da pressão (12, 15, 18, 22) e o grau de força do indivíduo, já que o esfigmomanômetro aneroide convencional apresenta um valor máximo em mmHg que pode ser inferior à força muscular de indivíduos mais fortes (12, 14, 16-19, 22, 23, 24, 25), o que pode limitar a utilização do TEM em alguns grupos populacionais, como o de atletas; o tipo de adaptação e a calibração do equipamento (15, 17); a pré-insuflação realizada (12, 14); e as características do protocolo utilizado, como local de posicionamento do equipamento, tempo de contração e tempo de repouso (1).

Considerem-se, então, a importância da mensuração da força muscular para o diagnóstico funcional dos indivíduos, as desvantagens associadas aos métodos de mensuração frequentemente utilizados no contexto clínico com essa finalidade, as vantagens apresentadas pelo TEM e a necessidade de

observação de alguns fatores para o adequado uso deste teste. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi descrever como o TEM vem sendo utilizado para a mensuração da força muscular, bem como as propriedades de medida que já foram investigadas para este teste.

Materiais e métodos

Foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, LILACS, SciELO e PEDro com o objetivo de identificar estudos que empregaram o TEM para avaliação da força muscular. Foi elaborada uma estratégia de busca para cada uma das bases de dados pesquisadas, utilizando os seguintes descritores combinados: "*modified sphygmomanometer*", "*sphygmomanometer modified*", "*adapted sphygmomanometer*", "*manometer method*", "*modified manual sphygmomanometer*" e "*modified sphygmomanometer dynamometer*".

Os critérios de inclusão utilizados para a seleção dos estudos foram: avaliar a força muscular isométrica com o TEM e ter sido publicado até novembro de 2011. Não houve restrição quanto ao idioma de publicação.

A seleção dos estudos incluídos na presente revisão foi realizada em quatro etapas distintas. A primeira consistiu na busca nas bases de dados selecionadas. Na segunda etapa, realizou-se a leitura dos títulos de todos os estudos encontrados com a busca e excluídos aqueles que claramente não atendiam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Na terceira etapa, foi realizada a leitura crítica dos resumos dos estudos selecionados na etapa anterior para confirmar se atendiam aos critérios de inclusão. A quarta etapa consistiu na leitura completa dos estudos selecionados nas etapas anteriores. Após a seleção dos estudos encontrados com a busca eletrônica, foi realizada busca manual ativa das referências citadas nos estudos incluídos anteriormente, seguindo os mesmos procedimentos descritos. Todas as etapas foram realizadas por dois avaliadores independentes da área da fisioterapia.

Resultados

Considerando a busca nas bases de dados eletrônicas, foi encontrado um total de 134 estudos,

sendo 104 na base de dados MEDLINE, 20 na base de dados LILACS e 10 na base de dados SciELO. Nenhum estudo foi encontrado na base de dados PEDro. Considerando a busca manual ativa, foram encontrados 22 estudos diferentes daqueles das bases de dados eletrônicas. Desse total de 156 estudos, 130 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão previamente estabelecidos e dois não estavam disponíveis para acesso na íntegra. A maioria dos estudos excluídos utilizou o esfigmomanômetro para mensuração da pressão arterial e outro equipamento para mensuração da força muscular. Portanto, 24 estudos foram incluídos na presente revisão.

Para que o esfigmomanômetro fosse utilizado para mensuração da força muscular, todos os estudos incluídos relataram a realização de adaptações no equipamento; observaram-se duas mais frequentes: adaptações na bolsa, citada em 10 (41,7%) estudos; e adaptações na braçadeira, citada em quatro (16,7%) estudos (Quadro 1). Os outros estudos não descreveram em detalhes as adaptações realizadas, ou apontaram algumas modificações em relação a essas duas adaptações mais frequentes, ou citaram como adaptação a mudança de local da válvula e/ou do tubo de ar do equipamento.

Do total de 24 estudos incluídos, 11 (45,8%) reportaram algumas propriedades de medida do TEM (Quadro 2). Desses, sete apresentaram a avaliação da validade de critério concorrente comparando as medidas fornecidas pelo TEM com as medidas fornecidas pelo método de cargas (14), vigorômetro (13), miômetro (13) e dinamômetros manual (16-19) e de prensão (20). A validade de critério concorrente foi investigada em indivíduos com artrite reumatoide (14), idosos (17) e adultos saudáveis (16, 18-22). Considerando as descrições apresentadas pelos estudos incluídos, um descreveu a avaliação da confiabilidade teste-reteste (18), quatro a avaliação da confiabilidade intraexaminador (19-22) e quatro da confiabilidade interexaminadores (12, 14, 15, 22). Como se observa no Quadro 2, todos os estudos que investigaram as propriedades de medida do TEM reportaram resultados adequados.

Dentre os 24 estudos incluídos, 19 (79,2%) utilizaram o TEM para avaliação da força dos músculos dos MMSS (12, 15-22, 23-26, 27, 28-34) (Quadro 3); seis (25%), para avaliação dos músculos dos MMII (14, 15, 17, 21, 28, 30) (Quadro 4) e três (12,5%), para os músculos do tronco (13, 26, 35) (Quadro 5).

Dos 19 estudos que utilizaram o TEM para avaliação da força dos músculos dos MMSS, 13 (64,4%) reportaram o posicionamento do indivíduo e o protocolo de coleta utilizados e, por isso, foram incluídos no Quadro 3. Todos os estudos que utilizaram o TEM para avaliar a força dos músculos dos MMSS o empregaram em indivíduos do sexo masculino e feminino, abrangendo crianças (27, 31), adultos (12, 16, 18-22, 23, 25, 29, 32-34) e idosos (15, 17, 24, 30), indivíduos saudáveis (15-22, 24, 25, 30) e indivíduos com diferentes condições de saúde: artrite reumatoide (12, 14, 32, 33), doenças reumáticas em geral (27), artrite inflamatória e subluxação persistente de punho (31), hanseníase (23, 34) e insuficiência cardíaca congestiva (29). O grupo muscular mais frequentemente testado foi o dos preensores palmares (63,2% dos estudos) (16, 17, 19, 20, 23-25, 27, 30-33). Dois estudos avaliaram a força de pinça (23, 34), sendo que apenas um deles (23) forneceu informações com relação ao posicionamento do indivíduo e protocolo de coleta utilizado. A adaptação do esfigmomanômetro mais utilizada para a avaliação da força dos músculos dos MMSS foi a adaptação da bolsa (31,6%) (12, 15-17, 19, 27); e a pré-insuflação mais utilizada foi a de 20 mmHg (52,6%) (12, 15, 17, 19-22, 23, 27, 33) (Quadro 3).

Com relação ao posicionamento do equipamento, nenhum dos dois estudos que avaliaram a força de pinça (23, 34) forneceu essa informação e alguns estudos relacionados à mensuração da força muscular de outros grupos musculares também não reportaram essa informação (23, 30-34). Para os músculos preensores palmares, em 50% dos estudos o equipamento foi posicionado na mão do indivíduo (16, 19, 20, 24-25, 27), e em 50% não o relataram (17, 23, 30-33). Para os abdutores de ombro, 50% dos estudos posicionaram o equipamento longitudinalmente sobre o terço inferior da face lateral do braço (12, 21) e 50% não o relataram (17, 30). Para os flexores de cotovelo, 60% posicionaram o esfigmomanômetro proximal aos processos estiloides na superfície flexora do antebraço (18, 22, 29) e 40% não o relataram (17, 30). Para os extensores de cotovelo, 66,7% o posicionaram sobre a superfície dorsal do antebraço, proximal ao processo estilóide (15, 17), e 33,3% não o relataram (30). Para os flexores de ombro, 33,3% posicionaram o equipamento no braço, sobre o cotovelo (21), enquanto 66,7% não o relataram (17, 30). Para outros grupos musculares, o posicionamento do equipamento foi relatado em

apenas um estudo, sendo: extensores de ombro, no braço, sobre o cotovelo (21); rotadores internos de ombro, na superfície anterior do antebraço (21); rotadores externos de ombro, na superfície posterior do antebraço (21).

Dentre os seis estudos que utilizaram o TEM para avaliar a força dos músculos dos MMII, cinco (83,3%) reportaram o posicionamento do indivíduo e o protocolo de coleta utilizados e, por isso, foram incluídos no Quadro 4. Todos os estudos que utilizaram o TEM para avaliar a força dos músculos dos MMII, o empregaram em indivíduos do sexo masculino e feminino, abrangendo adultos (14, 21, 28), idosos (15, 17, 30), indivíduos saudáveis (15, 17, 21, 28, 30), e indivíduos acometidos por alguma condição de saúde (artrite reumatoide) (14). Os grupos musculares mais frequentemente testados foram os extensores de joelho (66,7%) (14, 17, 28, 30) e da articulação coxofemoral (66,7%) (15, 17, 21, 30). A adaptação do esfigmomanômetro mais utilizada para a avaliação da força dos músculos dos MMII foi a adaptação da bolsa (66,7%) (14, 15, 17, 28); e a pré-insuflação de 20 mmHg foi a mais frequentemente empregada (66,7%) (14, 15, 17, 21) (Quadro 4).

Com relação ao posicionamento do equipamento, apenas um estudo não o descreveu (30). Para os músculos extensores da articulação coxofemoral, 75% dos estudos posicionaram o equipamento sobre a fossa poplíteia (15, 17, 21) e 25% não o descreveram (30). Para os extensores de joelho, 50% posicionaram o equipamento longitudinalmente sobre a linha articular do tornozelo (14, 28) e 50% não descreveram o posicionamento (17, 30). Para os flexores plantares

do tornozelo, um estudo utilizou o equipamento na planta do pé (17) e o outro não descreveu (30). Para os dorsiflexores do tornozelo, um estudo posicionou o esfigmomanômetro sobre o dorso do pé (17) e o outro não descreveu (30). Para os flexores da articulação coxofemoral, um estudo posicionou o equipamento acima do joelho, sobre o músculo vasto medial (21) e o outro não descreveu (30). Para outros grupos musculares, o posicionamento do equipamento foi relatado em apenas um estudo, sendo: flexores de joelho, posteriormente na extremidade distal da perna, entre essa e seu ponto de apoio com o braço de alavanca do aparelho (28) e abdutores da articulação coxofemoral, acima do joelho, sobre o músculo vasto lateral (21).

Os três estudos que utilizaram o TEM para avaliar a força dos músculos do tronco o empregaram em indivíduos do sexo masculino. A população estudada, em todos eles foi caracterizada por indivíduos saudáveis e/ou com lombalgia (13, 34, 35). Esses estudos avaliaram a força dos músculos abdominais, utilizaram a adaptação da bolsa e pré-insuflação do equipamento de 20 mmHg (13, 34, 35) (Quadro 5).

Com relação ao posicionamento do equipamento, os três estudos o fizeram sobre o esterno (13, 26, 35), sendo que um dos estudos o posicionou horizontalmente (26), outro longitudinalmente (13) e outro não forneceu detalhes do posicionamento do equipamento (35). Um desses estudos também posicionou o equipamento horizontalmente, acima das bordas superiores de ambas as patelas, com o objetivo de avaliar a força muscular dos abdominais inferiores com as articulações coxofemorais e joelhos posicionados a 90° de flexão (26).

Quadro 1 - Adaptações do esfigmomanômetro mais utilizadas para a mensuração da força muscular

Adaptação	Procedimento	Estudos que utilizaram
Adaptação da bolsa	Parte inflável foi removida, dobrada em três partes iguais e envolvida em um saco de tecido de algodão.	Helewa et al. (14); Helewa et al. (12); Rice et al. (17); Helewa et al. (26); Balogun et al. (19); Dunn (27); Helewa et al. (13); Kaegi et al. (15); Delgado et al. (28); Lucareli et al. (16).
Adaptação da braçadeira	Parte inflável foi dobrada em quatro partes iguais e o restante da braçadeira foi enrolado ao redor da parte inflável. O conjunto foi, então, fixado com elástico ou fita adesiva.	Helewa et al. (14); Helewa et al. (12); Bohannon e Lusardi (18); Kuethe et al. (29).

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 2 - Dados dos estudos que investigaram as propriedades de medida do teste do esfigmomanômetro modificado (TEM)

(Continua)

Estudo	Amostra	Propriedade de Medida	Resultados	Conclusão
Helewa et al. (14)	Artrite reumatoide	Validade de critério concorrente Confiabilidade Interexaminadores	$r = \text{ABr} \times \text{MC}: 0,94$ $r = \text{AB} \times \text{MC}: 0,92$ $\text{CCI}=0,96$	O TEM demonstrou ser um método adequado para a mensuração da força muscular de extensores de joelho quando comparado ao MC, sendo suas medidas reprodutíveis quando aplicadas repetidamente por diferentes examinadores.
Helewa et al. (12)	Artrite reumatoide	Confiabilidade Interexaminadores	$\text{CCI} = 0,93$	As medidas de força dos músculos abdutores de ombro com o TEM apresentaram concordância adequada entre examinadores.
Rice et al. (17)	Idosos	Validade de critério concorrente	$r = 0,81$	O TEM demonstrou ser um teste aceitável para a obtenção de medidas de força muscular de preensão palmar quando comparado ao dinamômetro de preensão.
Isherwood et al. (22)	Adultos saudáveis	Confiabilidade Intraexaminador Confiabilidade Interexaminadores	$\text{CCI} = \text{Exam.}: 0,84-0,89$ $\text{CCI} = \text{Tipóia}: 0,68-0,85$ $\text{CCI} = \text{Exam.}: 0,95$ $\text{CCI} = \text{Tipóia}: 0,87$	O uso do TEM com a resistência fornecida tanto pelos dois examinadores (Exam.) quanto pela tipóia fixada foi confiável para a avaliação da força dos músculos flexores de cotovelo.
Balogun et al. (19)	Adultos saudáveis	Validade de critério concorrente Confiabilidade Intraexaminador	$r = 0,84$ $r = 0,99$	O TEM demonstrou ser um teste válido e confiável para a mensuração da força muscular de preensores palmares quando comparado ao dinamômetro de preensão.
Bohannon e Lusardi (18)	Adultos saudáveis	Validade de critério concorrente Confiabilidade teste-reteste	$r = 0,82$ $\text{CCI} = 0,96$	O TEM forneceu medidas da força muscular comparáveis às medidas do dinamômetro portátil apenas até o valor de 210 mmHg e apresenta confiabilidade teste-reteste adequada na avaliação dos músculos flexores de cotovelo.
Helewa et al. (13)	Adultos saudáveis/ lombalgia	Validade de critério concorrente	$r = 0,98$	O TEM apresentou desempenho similar ao miômetro, com melhor relação custo-benefício, sendo possível utilizá-lo na mensuração da força dos músculos abdominais.
Hamilton et al. (20)	Adultos saudáveis	Validade de critério concorrente Confiabilidade Intraexaminador	$r_s = 0,75$ $r_s = 0,85$	O TEM demonstrou confiabilidade intraexaminador adequada e correlação aceitável na mensuração da força de preensão palmar quando comparado ao dinamômetro Jamar®.

Quadro 2 - Dados dos estudos que investigaram as propriedades de medida do teste do esfigmomanômetro modificado (TEM)

(Conclusão)

Estudo	Amostra	Propriedade de Medida	Resultados	Conclusão
Perossa et al. (21)	Adultos saudáveis	Confiabilidade Intraexaminador	CCI = 0,86 - 0,97	O TEM foi um teste confiável para a mensuração da força dos músculos flexores, extensores, abdutores, rotadores internos e externos de ombro e flexores, extensores e abdutores da articulação coxofemoral.
Kaegi et al. (15)	Idosos	Confiabilidade Interexaminadores	CCI: EC = 0,87 CCI: EQ = 0,65	Mensurações da força de extensores de cotovelo com o TEM, quando realizadas por diferentes examinadores, apresentam confiabilidade adequada quando os examinadores são treinados da forma descrita no estudo.
Lucareli et al. (16)	Adultos saudáveis	Validade de critério concorrente	$r(\text{MSE}) = 0,86$ $r(\text{MSD}) = 0,91$	O TEM mostrou ser um teste adequado para medir a força muscular dos flexores dos dedos da mão.

Legenda: TEM = teste do esfigmomanômetro modificado; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; r = coeficiente de correlação de Pearson; rS = coeficiente de correlação de Spearman; ABr = adaptação da braçadeira; MC = método de cargas; AB = adaptação da bolsa; Exam. = examinador; EC = extensores de cotovelo; EQ = extensores da articulação coxofemoral; MSE = membro superior esquerdo; MSD = membro superior direito; mmHg = milímetros de mercúrio.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 3 - Dados dos estudos que avaliaram a força muscular dos músculos dos membros superiores com o teste do esfigmomanômetro modificado

(Continua)

Estudo	Músculos	Posicionamento do Indivíduo	Protocolo de coleta
Milne e Maule (24)	Prensos palmares	Antebraço supinado, cotovelo estendido e MS paralelo ao solo.	Equipamento previamente insuflado a 30 mmHg. Indivíduo apertou o equipamento com sua força máxima.
Helewa et al. (12)	Abdutores de ombro	Indivíduo sentado, pés apoiados no chão, a mão contralateral segurava o lado do assento da cadeira, ombro a 45° de abdução, cotovelo flexionado a 90°, antebraço e punho em posição neutra.	Adaptação da braçadeira: equipamento previamente insuflado a 30 mmHg. Adaptação da bolsa: equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Cada indivíduo teve sua força mensurada cinco vezes (três com a adaptação da braçadeira e duas com a bolsa), 5 s de contração.
Isherwood et al. (22)	Flexores do cotovelo	Decúbito dorsal, MMII completamente estendidos e pés estabilizados contra a parede. Ombro na posição neutra, cotovelo flexionado a 90°, antebraço supinado e punho em posição neutra. A posição do MS foi estabilizada com sacos de areia ao redor do cotovelo e uma cinta pélvica foi utilizada para fornecer estabilidade ao tronco.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Solicitou-se que o indivíduo contraísse gradualmente os flexores de cotovelo, 5 s de contração, tempo de repouso de 2 min, três repetições.

Quadro 3 - Dados dos estudos que avaliaram a força muscular dos músculos dos membros superiores com o teste do esfigmomanômetro modificado

(Continua)

Estudo	Músculos	Posicionamento do Indivíduo	Protocolo de coleta
Rice et al. (17)	Flexores e abdutores de ombro, flexores e extensores de cotovelo e preensores palmares	Mensuração da força muscular de flexores e abdutores de ombro e de flexores de cotovelo semelhante ao descrito por Helewa et al. (1986). Força de preensão palmar com base no estudo de Giles (1984). Extensores de cotovelo: indivíduo sentado, cotovelo flexionado a 90° e antebraço semipronado.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg.
Balogun et al. (19)	Preensores palmares	Em pé, ombro aduzido e em posição neutra em relação à rotação, cotovelo completamente estendido, antebraço em posição neutra.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg, 5 s de contração, tempo de repouso de 5 min., duas repetições (maior valor para a análise dos dados) .
Bohannon e Lusardi (18)	Flexores de cotovelo	Decúbito dorsal, ombro abduzido a 30°, cotovelo flexionado a 90° e antebraço supinado. MS estabilizado manualmente.	Equipamento previamente insuflado a 30 mmHg, resistência aplicada pelo examinador com as mãos abertas sobre o aparelho, 5 s de contração, duas repetições.
Hamilton et al. (20)	Preensores palmares	Indivíduo sentado, pés apoiados no chão, mão contralateral apoiada na coxa, cotovelo flexionado a 90°, antebraço e punho em posição neutra, dedos flexionados para segurar o equipamento.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Indivíduo apertou o equipamento com sua força máxima. Tempo de repouso de 4 min. ou mais, três repetições (média aritmética para a análise dos dados).
Dunn (27)	Preensores palmares	Indivíduo sentado em uma cadeira, articulação coxofemoral flexionada a 90° bilateralmente, ambos os pés apoiados no chão, anteriormente à cadeira. MMSS aduzidos, cotovelos flexionados a 90°, antebraço supinado e punho em posição neutra.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Indivíduo apertou a bolsa com sua força máxima. Tempo de repouso de 15 s, três repetições (média aritmética para a análise dos dados).
Kaegi et al. (15)	Extensores de cotovelo	Braço colocado próximo ao tronco, ombro em posição neutra, cotovelo flexionado a 90° e antebraço em posição neutra.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Três repetições de contrações isométricas máximas (média aritmética para análise dos dados), repouso de 1 min.
Perossa et al. (21)	Flexores e extensores, abdutores, rotadores internos e externos de ombro	Flexores de ombro: indivíduo sentado, ombro flexionado a 30°. Extensores de ombro: indivíduo sentado, ombro estendido a 20°. Abdutores de ombro: indivíduo sentado, ombro abduzido a aproximadamente 35°. Rotadores internos: indivíduo sentado, cotovelo flexionado a 90°. Rotadores externos: indivíduo sentado, cotovelo flexionado a 90°.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg, tempo de repouso de 30-35 s.
Kueth et al. (29)	Flexores de cotovelo	Decúbito dorsal, ombro abduzido cerca de 30°, cotovelo flexionado a 90° e o antebraço supinado.	Equipamento previamente insuflado a 30 mmHg. Os indivíduos, a partir de 90°, realizaram flexão completa de cotovelo em 1-2 s, mantendo a posição por cerca de 5 s.

Quadro 3 - Dados dos estudos que avaliaram a força muscular dos músculos dos membros superiores com o teste do esfigmomanômetro modificado

(Conclusão)

Estudo	Músculos	Posicionamento do Indivíduo	Protocolo de coleta
Suresh et al. (23)	Mm. da pinça de polpa-a-polpa, pinça lateral e preensão palmar	Indivíduo sentado em uma cadeira, cujos braços serviam de apoio para os MMSS, pés apoiados no chão. Pinça polpa-a-polpa: antebraço em posição neutra, punho levemente estendido, articulações dos dedos levemente flexionadas, polegar entre flexão e oposição, articulação interfalângica estendida; Pinça lateral: MS próximo do tronco, cotovelo flexionado, antebraço pronado, punho estendido, articulação metacarpofalângica do indicador flexionada, articulações interfalângicas estendidas, polegar em oposição. Preensão palmar: ombro abduzido, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra, punho estendido.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Três repetições (média aritmética para análise dos dados).
Lucareli et al. (16)	Preensores palmares	Indivíduo sentado, ombro flexionado a 90°, MMSS apoiados, mão pendente, articulações coxofemorais e joelhos flexionados a 90°.	Equipamento zerado antes de cada medição. Três repetições (média aritmética para análise dos dados).

Legenda: MS = membro superior; MMSS = membros superiores; MMII = membros inferiores; Mm = músculos; mmHg = milímetros de mercúrio; min = minutos; s = segundos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 4 - Dados dos estudos que avaliaram a força muscular de membros inferiores com o teste do esfigmomanômetro modificado

(Continua)

Estudo	Músculos	Posicionamento do Indivíduo	Protocolo de coleta
Helewa et al. (14)	Quadríceps femoral.	Decúbito dorsal, MMSS ao lado do corpo, coxas apoiadas, articulação coxofemoral flexionada a 45° e joelho flexionado a 90°.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. O examinador posicionou passivamente o MI do indivíduo de forma a manter um ângulo de 30° na articulação do joelho. Solicitou-se ao indivíduo que mantivesse a posição, enquanto o examinador aplicava a resistência gradualmente (com as mãos abertas sobre o equipamento), 5 s de contração, uma repetição.
Rice et al. (17)	Flexores plantares e dorsiflexores de tornozelo, extensores de joelho e da articulação coxofemoral.	Flexores plantares e dorsiflexores de tornozelo: indivíduo sentado sobre uma mesa, com MMII pendentes, articulação coxofemoral flexionada a 60° e joelho flexionado a 90°. Extensores de joelho: semelhantes ao descrito por Helewa (1981). Extensores da articulação coxofemoral: indivíduo em pé sobre um MI, inclinado para frente na parede ou corrimão.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Extensores da articulação coxofemoral: examinador estendeu a articulação coxofemoral passivamente a 45°, joelho a 0°, indivíduo solicitado a manter a posição, enquanto o examinador aplicava a força. Dorsiflexores de tornozelo: o examinador posicionou o tornozelo passivamente até a dorsiflexão completa, indivíduo solicitado a manter a posição enquanto o examinador aplicava a força. Flexores plantares de tornozelo: o examinador posicionou a articulação em neutro, indivíduo deveria realizar flexão plantar ativamente contra a resistência do examinador. 3 a 5 s de contração. Duas repetições (média aritmética para análise dos dados).

Quadro 4 - Dados dos estudos que avaliaram a força muscular de membros inferiores com o teste do esfigmomanômetro modificado

(Conclusão)

Estudo	Músculos	Posicionamento do Indivíduo	Protocolo de coleta
Kaegi et al. (15)	Extensores da articulação coxofemoral.	Decúbito dorsal, articulações coxofemorais flexionadas a 30° e joelhos flexionados a 60°, apoiados sobre um rolo.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Três repetições (média aritmética para a análise dos dados) de contrações isométricas máximas com tempo de repouso de 1 min.
Perossa et al. (21)	Flexores, extensores e abdutores da articulação coxofemoral.	Flexores: decúbito dorsal, mãos sobre o abdome, articulação coxofemoral a 45° de rotação externa. Extensores: decúbito ventral, mãos ao lado do corpo. Abdutores: decúbito lateral, MS do mesmo lado que estava deitado sob a cabeça, o MS contralateral em posição confortável.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg, tempo de repouso de 30-35 s.
Delgado et al. (28)	Flexores e extensores de joelhos.	Flexores de joelho a partir de 30° e extensores de joelho a 90°	Três repetições de contrações máximas (média aritmética para análise dos dados).

Legenda: MMSS = membros superiores; MI = membro inferior; mmHg = milímetros de mercúrio; min. = minutos; s = segundos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 5 - Dados dos estudos que avaliaram a força muscular de tronco com o teste do esfigmomanômetro modificado

(Continua)

Estudo	Músculos	Posicionamento do Indivíduo	Protocolo de coleta
Helewa et al. (26)	Abdominais	Método 1 (esfigmomanômetro no joelho): decúbito dorsal, articulação coxofemoral flexionada a 90° bilateralmente, com assistência. Indivíduo deveria colocar as duas mãos, uma sobre a outra, sobre o equipamento. Método 2 (esfigmomanômetro no esterno): decúbito dorsal, articulação coxofemoral flexionada a 30° bilateralmente, joelhos flexionados a 90° e pés apoiados. Indivíduo solicitado a flexionar sua cabeça e colocar ambas as mãos sobre o tórax. Examinador forneceu assistência para o indivíduo se elevar, de forma a existir uma distância de 20 cm da superfície da cama até o processo espinhoso de C7.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Método 1: indivíduo deveria empurrar o máximo que pudesse com suas mãos por 3 s. Método 2: indivíduo deveria manter a posição contra a resistência gradual do examinador por 5 s.
Helewa et al. (13)	Abdominais	Decúbito dorsal, parte superior do tronco apoiada em uma cunha com inclinação de 30°, articulação coxofemoral flexionada a 30° bilateralmente e os joelhos flexionados a 90°	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. O examinador estabilizou o equipamento com a palma da mão, 5 s de contração.

Quadro 5 - Dados dos estudos que avaliaram a força muscular de tronco com o teste do esfigmomanômetro modificado

(Conclusão)

Estudo	Músculos	Posicionamento do Indivíduo	Protocolo de coleta
Lee et al. (35)	Abdominais	Decúbito dorsal sobre um plinto*, com o tronco elevado a um ângulo de 30° em relação à horizontal, MMSS sobre o tórax, joelhos flexionados a 90°, pés fixados por cintas de velcro.	Equipamento previamente insuflado a 20 mmHg. Indivíduo solicitado a realizar flexão de tronco como se fosse se sentar até atingir um ângulo de 45° em relação à horizontal e em seguida a manter a posição. A resistência foi aplicada gradualmente pelo examinador, 5 s de contração.

Legenda: MMSS = membros superiores; * = pedestal; mmHg = milímetro de mercúrio; s = segundos.

Fonte: Dados da pesquisa

Discussão

O objetivo do presente estudo foi descrever como o TEM vem sendo utilizado para a mensuração da força muscular, bem como as propriedades de medida já investigadas para esse teste. Apesar do potencial de utilização clínica do TEM para a avaliação da força muscular, foram encontrados poucos estudos que o utilizaram. Alguns desses estudos investigaram suas propriedades de medida (12-22), especificamente a validade de critério concorrente e confiabilidade, tendo sido reportados, por todos os estudos, resultados adequados, o que indica a recomendação desse teste como um método de mensuração da força muscular. Em síntese, o TEM foi utilizado para a mensuração da força de vários grupos musculares de MMSS e MMII, mas importantes grupos musculares ainda não tiveram a força muscular avaliada pelo TEM, como adutores de ombro, flexores e extensores de punho, pronaadores e supinadores do antebraço, adutores, rotadores internos e externos da articulação coxofemoral.

Considerando a musculatura do tronco, apenas a mensuração da força dos músculos abdominais foi descrita pelos estudos. O TEM já foi utilizado em populações com diferentes faixas etárias (crianças, adultos e idosos) e com condições de saúde (como artrite reumatoide e dor lombar); no entanto, indivíduos que apresentam importantes incapacidades decorrentes de alterações da força muscular, como os acometidos pelo Acidente Vascular Encefálico e pela Doença de Parkinson, ainda não tiveram a sua força muscular avaliada pelo TEM em estudos científicos. Finalmente, foi observada ausência de relato e/ou falta de padronização quanto aos protocolos de coleta utilizados pelos estudos.

Para a utilização do esfigmomanômetro para a mensuração da força muscular, foram realizadas adaptações no equipamento em todos os estudos incluídos, sendo as da bolsa (12-17, 19, 26-28) e da braçadeira (12, 14, 18, 29) as mais utilizadas. Helewa et al. (12, 14) reportaram diferenças importantes que resultaram dessas adaptações, 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. Com o objetivo de reduzir a variabilidade atribuída aos métodos, esses autores sugeriram o uso de diferentes pressões para a pré-insuflação dos equipamentos, sendo maior para a adaptação da braçadeira. No entanto, observou-se, a partir dos estudos selecionados, que não houve uma padronização dos valores de pressão utilizados na pré-insuflação para cada uma das adaptações, sendo a pré-insuflação de 20 mmHg a mais utilizada.

Helewa et al. (14) compararam as adaptações da bolsa e da braçadeira a um método padrão de cargas para a avaliação da força muscular de extensores de joelho em indivíduos com artrite reumatoide e reportaram correlação adequada tanto entre os dois métodos quanto entre cada um dos métodos e o método de cargas. Além disso, relataram que a utilização do esfigmomanômetro modificado para esta finalidade reduziu o tempo requerido para a mensuração da força muscular e a necessidade de mensurações repetidas, destacando que o tempo necessário para o aprendizado do teste é muito pequeno. A ausência de adaptações no esfigmomanômetro para a avaliação da força muscular segundo o TEM poderia elevar o potencial de utilização clínica desse

equipamento com essa finalidade, uma vez que os profissionais não precisariam despende tempo e dinheiro para realizar tais adaptações. Entretanto, não foi encontrado nenhum estudo que comparasse o uso do TEM com e sem as adaptações comumente realizadas. Por outro lado, em uma das adaptações descritas por Helewa et al. (14), a adaptação da braçadeira, a parte inflável foi dobrada em quatro partes iguais e o restante da braçadeira foi enrolado ao redor da parte inflável, sendo então o conjunto fixado com duas fitas elásticas ou adesivas (12, 14, 18, 29); por ser uma adaptação simples, barata e que utiliza materiais de fácil acesso, poderia ser amplamente utilizada pelos profissionais de saúde na mensuração da força muscular.

O TEM demonstrou ser um equipamento válido e confiável para a mensuração da força muscular em diferentes populações, entre elas adultos saudáveis (16, 18-22), indivíduos com artrite reumatoide (12, 14), idosos (15, 17) e indivíduos com dor lombar (13). A validade de critério concorrente do TEM para avaliação da força muscular foi investigada em alguns estudos a partir da comparação desse teste ao método de cargas (14), vigorômetro (13), miômetro (13), dinamômetros manual (7, 16, 20) e de prensão (17, 19). Desses, apenas os dinamômetros manuais e de prensão podem ser considerados como medida de critério padrão ouro para a avaliação da força muscular (37, 38).

Os dinamômetros de prensão com os quais o TEM foi comparado foram: Jamar[®] (20), Harpenden[®] (17, 19), Sammnons Preston[®] (16), e Strain-gauge (18). O dinamômetro Jamar[®] foi recomendado pela American Society of Hand Therapists (38) e é considerado o instrumento padrão ouro para investigação da força dos músculos preensores palmares; já o dinamômetro Harpenden[®] não teve suas medidas comparadas ao instrumento padrão ouro, sendo utilizado em alguns estudos por sua ampla utilização em programas de aptidão física (19).

Com relação aos testes estatísticos empregados para a investigação das propriedades de medida do TEM, o Coeficiente de Correlação de Pearson foi utilizado em seis (13, 14, 16-19) dos sete estudos que investigaram a validade concorrente do TEM, enquanto o Coeficiente de Correlação de Spearman foi utilizado em um estudo (20). Estes testes se baseiam no conceito de covariação entre duas variáveis (39) e o uso dos mesmos é adequado em estudos que investigam a validade concorrente de instrumentos

que mensuram desfechos com unidades de medida diferentes (40), como é o caso da comparação das medidas do TEM, fornecidas em mmHg, com medidas específicas de força, fornecidas em quilograma força, Newton ou libras.

Dos oito estudos que investigaram a confiabilidade do TEM para avaliação da força muscular, seis utilizaram o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) (12, 14, 15, 18, 21, 22), um utilizou o Coeficiente de Correlação de Pearson (19), e um, o Coeficiente de Correlação de Spearman (20). O uso desses dois últimos testes em estudos que investigam essa propriedade de medida não é adequado, uma vez que avaliam apenas a associação entre duas medidas, não levando em consideração a concordância entre estas. Já o CCI avalia a associação entre duas medidas, bem como a concordância entre elas, sendo então o teste adequado e recomendado para a avaliação da confiabilidade (39). A maioria dos estudos que investigaram as confiabilidades do TEM para a avaliação da força muscular utilizando o CCI reportaram valores maiores que 0,80 (12, 14, 15, 21), classificados como excelentes. Entretanto, três estudos reportaram valores de CCI que variaram de 0,65 a 0,75 na avaliação da força dos músculos extensores da articulação coxofemoral (15), preensores palmares (20) e flexores do cotovelo (22), classificados como moderados.

Apesar de diferentes propriedades de medida já terem sido investigadas para o TEM e terem sido reportados resultados adequados, esse teste foi utilizado, também, para a mensuração da força muscular em algumas populações e grupos musculares para os quais suas propriedades de medida não foram investigados, como crianças e adolescentes com artrite inflamatória e subluxação persistente do punho (31), indivíduos com hanseníase (23, 34) e com insuficiência cardíaca congestiva (29). De acordo com Sim e Arnell (41) e Portney e Watkins (39), confiabilidade e validade são propriedades de medida essenciais para utilizar determinado instrumento e/ou método de mensuração, sendo estas específicas para as características do contexto no qual as medidas foram obtidas (41).

O TEM já foi empregado para a avaliação da força de vários grupos musculares dos MMSS e MMII. Contudo, foi utilizado apenas em um grupo muscular de tronco, os músculos abdominais. Nos MMSS, foram muito utilizados flexores e extensores de cotovelo e flexores e abdutores de ombro na avaliação

da força dos músculos preensores palmares. Alguns grupos musculares foram pouco estudados, dentre eles os extensores, rotadores internos e externos de ombro e os músculos relacionados às pinças, enquanto a força dos músculos flexores e extensores de punho não foi avaliada com o TEM. A fraqueza dos músculos preensores palmares em idosos tem sido relacionada à incapacidade futura na realização de atividades de vida diária (4, 42), ao passo que a ativação reduzida dos músculos do manguito rotador tem sido associada a alterações na cinemática das articulações escapulotorácica e glenoumeral, o que poderia levar a um aumento do risco de impacto no ombro (43). Dada a importância desses grupos musculares, faz-se necessária a investigação das propriedades de medida do TEM para a mensuração dessas forças musculares.

Nos MMII, os grupos musculares mais frequentemente avaliados com o TEM foram os extensores do joelho e da articulação coxofemoral. A força dos músculos abdutores da articulação coxofemoral, flexores de joelho, flexores plantares e dorsiflexores do tornozelo foi pouco investigada; já a força de adutores, rotadores internos e externos da articulação coxofemoral não foi avaliada com o TEM. As medidas de força desses músculos têm sido relacionadas à independência na realização de importantes atividades funcionais em indivíduos com acidente vascular encefálico, tais como mudança de posição de sentado para em pé (44), marcha (5, 45-47), e subir e descer escadas (5, 46). Além disso, a força muscular de tronco desses indivíduos contribui para o controle proximal que é pré-requisito para o controle dos movimentos dos membros, equilíbrio e realização de atividades funcionais (48). Portanto, a força de diversos grupos musculares dos MMSS e MMII, bem como do tronco, que são importantes para a funcionalidade, ainda não foram avaliadas com o TEM.

Para alguns grupos musculares, como flexores (18, 22, 29) e extensores de cotovelo (17, 23), abdutores de ombro (12, 17, 23), extensores de joelho (14, 17, 30) e flexores de tronco (13, 26, 35), o posicionamento dos indivíduos para a avaliação da força muscular com o TEM foi adotado de forma semelhante pela maioria dos estudos. Para outros grupos musculares, como preensores palmares e extensores da articulação coxofemoral, esse posicionamento foi diversificado entre os estudos. Apenas um estudo relatou ter utilizado o posicionamento descrito por Kendall et al. (2)

para a avaliação da força dos músculos preensores palmares (16) e um estudo utilizou o posicionamento descrito por Danniels e Worthingham (49) na avaliação dos flexores e extensores de joelho (28). Entretanto, observou-se que alguns dos posicionamentos utilizados para a avaliação dos músculos preensores palmares (20, 27) e abdutores de ombro (12, 17, 21, 30) foram semelhantes aos descritos por Kendall et al. (2), enquanto para a avaliação de flexores e extensores de cotovelo, extensores da articulação coxofemoral e do joelho, os posicionamentos não foram semelhantes aos descritos por Kendall et al. (2007) (2) e Danniels e Worthingham (49). É importante ressaltar que alguns dos posicionamentos descritos para a avaliação da força dos músculos preensores palmares (20, 27) são semelhantes ao posicionamento preconizado pela American Society of Hand Therapists: indivíduo sentado, ombro aduzido, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em neutro e punho entre 0 e 30° de extensão e 0° e 15° de desvio ulnar (50). Já para o posicionamento do equipamento, foi observado que todos os estudos que avaliaram os grupos musculares dos MMSS e MMII utilizaram locais semelhantes ao de aplicação de resistência descritos por Kendall et al. (2) e/ou Danniels e Worthingham (49).

Com relação aos protocolos de coleta utilizados nos estudos selecionados para esta revisão, observou-se que: (a) a pré-insuflação do equipamento a 20 mmHg foi a mais frequente, não sendo dependente da adaptação utilizada; (b) o tempo de repouso entre as repetições não foi informado pela maioria dos estudos, sendo variável para aqueles que o descreveram; (c) o número de repetições do teste mais frequente foi três, sendo que muitos estudos não o relataram; e (d) o tempo de contração não foi relatado pela maioria dos estudos, sendo 5 s o tempo mais utilizado pelos estudos que forneceram essa informação.

A ausência de importantes informações referentes aos protocolos de coleta utilizados pelos estudos que já utilizaram o TEM dificulta a sua replicação em estudos futuros e na prática clínica.

Embora o TEM apresente um grande potencial para ser utilizado na prática clínica para a avaliação da força muscular, algumas limitações do método foram observadas a partir dessa revisão. Nenhum estudo comparou as diferentes adaptações do TEM com o esfigmomanômetro sem nenhuma

modificação para a avaliação da força muscular, o que poderia ampliar sua utilização na prática clínica. A amplitude de medida do equipamento pode limitar a sua utilização para a avaliação de indivíduos mais fortes, uma vez que esses ultrapassam a capacidade máxima de leitura do equipamento (12, 14, 16-19, 22, 23-25). Uma alternativa descrita para a mensuração da força muscular nesses indivíduos é a utilização do esfigmomanômetro de coluna de 900 mmHg, ao invés do esfigmomanômetro aneróide convencional (19, 25). No entanto, isso pode dificultar o transporte do equipamento, fazendo com que o método deixe de apresentar um de seus pontos positivos, a portabilidade.

Além disso, alguns dos estudos que investigaram a validade de critério concorrente do TEM para a avaliação da força muscular utilizaram para comparação equipamentos que não são considerados padrão ouro para a avaliação desse desfecho, o que pode colocar em dúvida os resultados dos mesmos e a validade do TEM para a avaliação da força nesses contextos específicos. Finalmente, ainda não foram investigadas as propriedades de medida do TEM quando utilizado em indivíduos que apresentam importante comprometimento da força muscular, como os acometidos pelo Acidente Vascular Encefálico e Doença de Parkinson. Porque as propriedades de medida são dependentes do contexto em que elas são investigadas, como as características do grupo populacional, o TEM não deve ser utilizado na prática clínica para avaliação da força muscular desses indivíduos até que estudos sejam desenvolvidos para investigar as suas propriedades de medida para essas populações.

Considerações finais

O TEM ainda é pouco utilizado para a avaliação da força muscular, não tendo sido empregado em estudos com indivíduos para os quais este desfecho é frequentemente avaliado. Foi evidenciado, também, que esse teste demonstrou ser válido e confiável para a mensuração da força muscular isométrica de diversos grupos musculares em diferentes populações. Ainda falta padronização e/ou descrição quanto às adaptações realizadas no esfigmomanômetro e a algumas características dos protocolos empregados, o que dificulta a replicação dos métodos para utilização do TEM em outros estudos e na prática clínica.

Referências

1. Simmonds MJ. Muscle Strength. In: Deussen JV, Brunt D, editors. *Assessment in Occupational Therapy and Physical Therapy*. 3 ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1997. p. 27-48.
2. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos, provas e funções*. 5 ed. São Paulo: Manole; 2007.
3. Kasser SL, Jacobs JV, Foley JT, Cardinal BJ, Maddalozzo GF. A prospective evaluation of balance, gait, and strength to predict falling in women with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(11):1840-6. doi:10.1016/j.apmr.2011.06.004.
4. Vermeulen J, Neyens JC, Van Rossun E, Spreeuwenberg MD, de Witte LP. Predicting ADL disability in community-dwelling elderly people using physical frailty indicators: a systematic review. *BMC Geriatr*. 2011;11:1-11. doi:10.1186/1471-2318-11-33.
5. Flansbjerg UB, Downham D, Lexell J. Knee muscle strength, gait performance, and perceived participation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(7):974-80. doi:10.1016/j.apmr.2006.03.008.
6. Ada L, O' Dwyer N, O' Neill E. Relation between spasticity, weakness and contracture of the elbow flexors and upper limb activity after stroke: an observational study. *Disabil Rehabil*. 2006;28(13-14):891-7. doi:10.1080/09638280500535165.
7. Bohannon RW. Manual muscle testing: does it meet the standards of an adequate screening test? *Clin Rehabil*. 2005;19(6):662-7. doi: 10.1191/0269215505cr873oa.
8. Bohannon RW. Measurement, nature, and implications of skeletal muscle strength in patients with neurological disorders. *Clin Biomech*. 1995;10(6):283-92. doi:10.1016/0268-0033(94)00002-0.
9. Bohannon RW. Measuring knee extensor muscle strength. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(1):13-8. doi:10.1097/0002060-200101000-00004.
10. Bohannon RW. Manual muscle test scores and dynamometer test scores of knee extension strength. *Arch Phys Med Rehabil*. 1986;67(6):390-2. PMID:3718198.
11. Andrews W, Bohannon RW. Distribution of muscle strength impairments following stroke. *Clin Rehabil*. 2000;14(1):79-87. doi:10.1191/026921500673950113.

12. 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.
13. 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.
14. 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. doi:10.1016/0021-9681(81)90073-4.
15. Kaegi C, Thibault M-C, Giroux F, Bourbonnais D. The interrater reliability of force measurements using a modified sphygmomanometer in elderly subjects. *Phys Ther.* 1998;78(10):1095-103. PMID:9781703.
16. Lucareli PRG, Lima MO, Lima FPS, Gimenes RO, Lucareli JGA, Junior SAG, et al. Comparação dos métodos de mensuração da força muscular dos flexores dos dedos das mãos através da dinamometria manual e esfigmomanômetro modificado. *Rev. Einstein.* 2010;8(2):205-8.
17. Rice CL, Cunningham DA, Paterson DH, Rechnitzer PA. Strength in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(5):391-7. PMID:2719543.
18. Bohannon RW, Lusardi MM. Modified sphygmomanometer versus strain gauge hand-held dynamometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(11):911-4. doi:10.1016/0003-9993(91)90010-G.
19. Balogun JA, Akomolafe CT, Amusa LO. Reproducibility and criterion-related validity of the modified sphygmomanometer for isometric testing of grip strength. *Physiother Can.* 1990;42(6):290-5.
20. 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.
21. Perossa DR, Dziak M, Vernon HT, Hayashita K. The intra-examiner reliability of manual muscle testing of the hip and shoulder with a modified sphygmomanometer: a preliminary study of normal subjects. *J Can Chiropr Assoc.* 1998;42(2):73-82. PMID:2485202.
22. Isherwood L, Lew L, Dean E. Indirect evidence for eccentric muscle contraction during isometric muscle testing performed with a modified sphygmomanometer. *Physiother Can.* 1989;41(3):138-42.
23. Suresh M, Nicholls PG, Das L, Brakel WHV. Voluntary muscle testing and dynamometry in diagnosis of motor impairment in leprosy: a comparative study within the INFIR Cohort Study. *Lepr Rev.* 2008;79(3):277-94. PMID:19009977.
24. Milne JS, Maule MM. A longitudinal study of hand-grip and dementia in older people. *Age Ageing.* 1984;13(1):42-8. doi:10.1093/ageing/13.1.42.
25. Fernando MU, Robertson JC. Grip 'strength' in the health. *Rheumatol Rehabil.* 1982;21:179-81. doi:10.1093/rheumatology/21.3.179.
26. Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA, Gibson E. An evaluation of four different measures of abdominal muscle strength: patient, order and instrument variation. *J Rheumatol.* 1990;17(7):965-9. PMID:2145432.
27. Dunn W. Grip strength of children aged 3 to 7 years using a modified sphygmomanometer: comparison of typical children and children with rheumatic disorders. *Am J Occup Ther.* 1993;47(5):421-8. PMID:8498466.
28. Delgado C, Fernandes JF Filho, Barbosa FP, Oliveira HB. Utilização do esfigmomanômetro na avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10(5):362-6. doi:10.1590/S1517-86922004000500003.
29. Kuethe F, Krack A, Richartz BM, Figulla HR. Creatine supplementation improves muscle strength in patients with congestive heart failure. *Pharmazie.* 2006;61(3):218-22. PMID:16599263.
30. Cunningham DA, Paterson DH, Hilmann JE, Rechnitzer PA. Determinants of independence in the Elderly. *Can J Appl Physiol.* 1993;18(3):243-54. doi:10.1139/h93-021.
31. Barden W, Brooks D, Ayling-Campos A. Physical therapy management of the subluxated wrist in children with arthritis. *Phys Ther.* 1995;75(10):879-85. PMID:7568387.
32. Lee P, Baxter A, Dick WC, Webb J. An assessment of grip strength measurement in rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol.* 1974;3(1):17-23. doi:10.3109/03009747409165124.

33. Ingpen ML. The quantitative measurement of joint changes in rheumatoid arthritis. *Ann Phys Med.* 1968;9:322-7. PMID:4881234.
34. Soares D, Riedel A. A simple and inexpensive pinch meter to detect subclinical weakness among leprosy patients. *Lepr Rev.* 1997;68(1):55-60. PMID:9121333.
35. Lee P, Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA, Stitt LW. Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial setting. *J Rheumatol.* 2001;28(2):346-51. PMID:11246674.
36. Giles C. The modified sphygmomanometer: an instrument to objectively assess muscle strength. *Physioter Can.* 1984;36:36-41.
37. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R* 2011;3(5):472-9. doi:10.1016/j.pmrj.2010.10.025.
38. Fess EE. Grip strength. *Clinical assessment recommendations.* 2 ed. Chicago: American Society of Hand Therapists; 1992. p. 41-5.
39. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research: Applications to Practice.* 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall; 2000.
40. Figueiredo DBF Filho, Silva JA Jr. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje.* 2009;18(1):115-46.
41. Sim J, Arnell P. Measurement validity in physical therapy research. *Phys Ther.* 1993;73(2):48-61.
42. Huang W-NW, Perera S, Van Swearingen J, Studenski S. Performance Measures Predict the Onset of Basic ADL Difficulty in Community-Dwelling Older Adults. *J Am Geriatr Soc.* 2010;58(5):844-52. doi:10.1111/j.1532-5415.2010.02820.x.
43. Ludewig PM, Braman JP. Shoulder impingement: biomechanical considerations in rehabilitation. *Man Ther.* 2009;16(1):33-9. doi:10.1016/j.math.2010.08.004.
44. Mong Y, Teo TW, NG SS. 5-Repetition Sit-to-Stand Test in Subjects With Chronic Stroke: Reliability and Validity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(3):407-13. doi:10.1016/j.apmr.2009.10.030.
45. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brower B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(10):1211-8. doi:10.1016/S0003-9993(99)90018-7.
46. Ouellette MM, Lebrasseur NK, Bean JF, Phillips E, Stein J, Frontera WR, et al. High-Intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors. *Stroke.* 2004;35(6):1404-9. doi:10.1161/01.STR.0000127785.73065.34.
47. Kluding P, Gajewski B. Lower-extremity strength differences predict activity limitations in people with chronic stroke. *Phys Ther.* 2009;89(1):73-81. doi:10.2522/ptj.20070234.
48. Karthikbabu S, Rao BK, Manikandan N, Solomon JM, Chakrapani M, Nayak A. Role of trunk rehabilitation on trunk control, balance and gait in patients with chronic stroke: a pre-post design. *Neurosci Med.* 2011;2(2):61-7. doi:10.4236/nm.2011.22009.
49. Daniels L, Worthingham C. *Provas de função muscular.* 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
50. Kumar AJS, Parmar V, Ahmed S, Kar S, Harper WM. A study of grip endurance and strength in different elbow positions. *J Orthopaed Traumatol.* 2008;9(4):209-211. doi:10.1007/s10195-008-0020-8.

Recebido: 24/07/2012

Received: 07/24/2012

Aprovado: 02/03/2013

Approved: 03/02/2013