

Avaliação da Força Muscular Isométrica do Tornozelo. Dinamometria: Descrição de uma Nova Técnica

Measurement of Ankle Isometric Muscular Strength. Dynamometer: a New Method Description

MARCELA REGINA DE CAMARGO¹
CRISTINA ELENA PRADO TELES FREGONESI²
ANDRÉA JEANNE LOURENÇO NOZABIELI¹
CLÁUDIA REGINA SGOBBI DE FARIA³

RESUMO

A quantidade de força exercida por um músculo traduz seu grau de eficiência, que pode ser analisado pela dinamometria. Existem dois grandes grupos de dinamômetros no mercado: o isocinético e o portátil. São encontrados numerosos estudos que validam o uso do dinamômetro portátil de diversas maneiras e com vários segmentos do corpo. Boa parte desses estudos realiza o teste de força muscular da articulação do tornozelo, partindo-se de total extensão e em decúbito dorsal, mesmo esse não sendo o posicionamento mais adotado durante as atividades cotidianas. O estudo descreve uma forma de avaliação da força de tornozelos, utilizando um dinamômetro digital portátil, adaptado a uma pequena mesa de dois andares, com a articulação posicionada em 90°. No andar mais baixo é fixada a célula de carga do dinamômetro, na qual é acoplada uma das extremidades de um cabo de aço. A outra extremidade é presa a uma catraca. No andar superior da mesa, encontram-se dois orifícios para passagem do cabo, sob o qual será posicionado ora o pé, ora a coxa do voluntário. O indivíduo realizará, ora dorsiflexão, ora plantiflexão de maneira isométrica, sendo assim quantificada a força de tornozelo a partir do posicionamento de 90°. Dando devida atenção aos procedimentos e considerações do texto, a adaptação torna-se uma ferramenta útil para avaliação da força muscular dessa articulação.

DESCRIPTORIOS

Dinamômetro de força muscular. Força muscular. Articulação do tornozelo. Contração isométrica.

SUMMARY

The amount of force exerted by a muscle reflects their degree of efficiency that can be examined by dynamometry. There are two major groups of dynamometers on the market: the isokinetic and the portable. They are found numerous studies that validate the use of portable dynamometer in different ways and in different body segments. Much of these studies shall test the muscular strength of the ankle joint, starting from the total ankle extension and supine position, even this is not the position adopted during most daily activities. This study describes a way of assessing the ankle strength, using a handheld digital dynamometer, adapted to a small table with two floors, with the joint positioned in 90°. On the lower floor is fixed to a load cell dynamometer, which is coupled one end of a steel cable. The other end is attached to a ratchet. Upstairs from the table, there are two openings for cable passage, which will be positioned, sometimes, on the foot, sometimes on the subject thigh. The individual will execute isometric dorsiflexion or plantarflexion, therefore, ankle (in 90° position) strength will be quantified. Giving due attention to procedures and considerations of the text, the adaptation becomes a useful tool for evaluating muscle strength of this joint.

DESCRIPTORS

Muscle Strength Dynamometer. Muscle Strength. Ankle Joint. Isometric Contraction.

- 1 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista - Campus de Presidente Prudente.
- 2 Professora do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia e do Departamento de Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista - Campus de Presidente Prudente
- 3 Professora do Departamento de Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista - Campus de Presidente Prudente.

Força muscular nada mais é do que a capacidade fisiológica da musculatura produzir ou gerar determinada tensão (MARQUES, 2002). Para essa finalidade, os músculos devem se contrair, seja para realizar um movimento, seja simplesmente para manter os ossos alinhados visando o equilíbrio postural.

No corpo humano, existem três tipos de contrações musculares capazes de gerar força: a contração isotônica – realizada dinamicamente contra resistência à medida que o músculo se alonga (excêntrica) ou se encurta (concêntrica) na amplitude de movimento existente; a contração isocinética – forma de contração isotônica, na qual a velocidade e o encurtamento do músculo são controlados por um equipamento limitador; e a contração isométrica – realizada estaticamente quando um músculo se contrai sem mudança apreciável no seu comprimento (KISNER, COLBY, 2004).

Quando determinado músculo desenvolve uma contração isométrica, seus elementos elásticos tencionam-se uniformemente em todo o comprimento do tecido. No entanto, a força isométrica não é determinada somente pela sobreposição uniforme dos miofilamentos, mas depende, também, da presença e integridade de todos os níveis estruturais que vão desde o próprio músculo, em si, até as proteínas miocontráteis, passando por todo o sistema neuro-sensório-motor (HERZOG *et al.*, 2008; MONROY *et al.*, 2007).

A quantidade de força que um músculo pode exercer reflete diretamente em seu desempenho motor global, uma vez que a atrofia e a fraqueza muscular podem estar associadas aos déficits de equilíbrio e coordenação motora (STURNIEKS *et al.*, 2008; CARVALHO, SOARES, 2004). Em se tratando, especificamente, dos membros inferiores, os tornozelos e os quadris desenvolveram estratégias para manter o equilíbrio durante as atividades do cotidiano (SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003). Sendo assim, a manutenção da força muscular ao redor dessas articulações é crucial para que não ocorram déficits de coordenação e equilíbrio, que causem impacto na realização da marcha fisiológica e que aumentem a propensão às quedas (CAO *et al.*, 2007; SCHULTZ *et al.*, 1997).

Nesse sentido, a avaliação da força muscular de forma simples e objetiva é necessária no intuito de se obter informações precisas para investigações clínico-científicas. Como instrumentos de avaliação destacam-se três grandes grupos de testes para mensuração de força: as escalas de graduação manual de força, como a Escala de Daniels & Worthingham (HISLOP *et al.*, 1996); os testes de repetição máxima, como uma repetição

máxima (1RM), e a dinamometria, seja com o uso de dinamômetros portáteis ou isocinéticos.

Mesmo que alguns estudos encontrem boa confiabilidade e consigam detectar diferenças entre os graus avaliados (VINCI *et al.*, 2006; CAMARGO *et al.*, 2008), as escalas de graduação manual, além de estarem sujeitas à subjetividade, por vezes não são capazes de detectar alterações mínimas, porém clinicamente importantes, na graduação de força. Isso ocorre devido ao fato dessas escalas serem constituídas de variáveis discretas.

Os testes de repetição máxima, ainda devem ter a confiabilidade testada quando utilizados em pesquisas científicas (PEREIRA, GOMES, 2003), o que não deixa de ser uma estratégia útil para qualquer tipo de teste aplicado cientificamente. No entanto, para ser realizado, é necessário que se realize contrações isotônicas da musculatura de interesse.

A dinamometria isocinética, devido a sua precisão e confiabilidade, é o padrão-ouro dos testes de força muscular (BOLTEAU *et al.*, 1995; MARTIN *et al.*, 2006; LADEIRA *et al.*, 2005). Contudo, esse método depende de um grande recurso financeiro, pois necessita de equipamentos caros e espaçosos. Por esse fato, o uso de dinamômetros portáteis, já consolidado no meio clínico, tem se tornado uma alternativa à dinamometria isocinética nas investigações científicas. Muitos estudos utilizando inúmeros tipos e marcas de equipamentos são descritos na literatura. Uma grande parcela dessas pesquisas valida os testes aplicados, provando sua reprodutibilidade (KILMER *et al.*, 1997; WANG *et al.*, 2002; LADEIRA *et al.*, 2005; VAN DEN BELD *et al.*, 2006; KELLN *et al.*, 2008) e sua confiabilidade (BOHANNON, 1986; BOHANNON, ANDREWS, 1987).

Todavia, embora exista uma vasta quantidade de estudos que validam e comprovam a reprodutibilidade de tal método, as formas de avaliação descritas são as mais variáveis possíveis. Ocorre, por esse motivo, uma grande miscelânea de subtipos de testes que variam de acordo com o perfil do indivíduo – saudáveis ou enfermos, com o posicionamento do sujeito para o teste e com os músculos avaliados.

Em se tratando da articulação do tornozelo, na grande maioria dos estudos, o sujeito é posicionado em decúbito dorsal e o teste é realizado em toda a amplitude de movimento – da plantiflexão máxima à dorsiflexão máxima, e vice-versa (ANDREWS *et al.*, 1996; PHILIPS, MASTAGLIA, 2000; KELLN *et al.*, 2008). Todavia, levando-se em consideração os fatores da correlação força x equilíbrio x coordenação, anteriormente citados,

o teste realizado em 90° de dorsiflexão seria mais adequado (WILSON, MURPHY, 1996). Isso porque essa é a angulação do tornozelo preferida em postura bípede e é nessa postura que se realiza grande parte das atividades do cotidiano, estando essa articulação mais sujeita aos problemas de equilíbrio e coordenação motora quando há perda de força.

Assim, o presente texto tem por objetivo descrever um método para o uso do dinamômetro digital portátil para verificar a força isométrica das articulações dos tornozelos posicionados em dorsiflexão de 90°.

MATERIAL E MÉTODO

DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO:

Para realização da técnica abordada, foi utilizado um dinamômetro digital portátil reversível, modelo DD-300 da marca Instruthem®, São Paulo, Brasil (Figura 1). Tal aparelho é composto de uma unidade principal com um visor de cristal líquido e botões de escolha de regulagem. Ligada à unidade principal, através de um cabo, encontra-se a célula de carga – um sensor com dois ganchos de fixação. O aparelho detecta tanto tração como compressão, sua indicação mínima é de 0,15Kg, sua precisão é de 0,05Kg chegando ao máximo de 100,00Kg. É alimentado com energia elétrica via fonte adaptadora.

DESCRIÇÃO DA ADAPTAÇÃO:

A adaptação para avaliação da força de tornozelos constitui-se numa pequena mesa fabricada

em madeira, com dimensões de 0,92 x 0,66 x 0,30m (comprimento x largura x altura) (Figura 2). Essa mesa possui um andar superior, coberto por uma superfície antiderrapante, posicionado a 0,30m do chão. O andar inferior encontra-se elevado 0,05m do chão.

Ambos os andares são sustentados, em suas larguras (face de menor dimensão) por duas tábuas laterais paralelas entre si e perpendiculares ao solo e aos próprios andares.

Sobre o centro do andar inferior encontra-se uma abertura, na qual a célula de carga do dinamômetro foi acoplada e fixada, através de um gancho inferior, de maneira a ficar imóvel. Sobre essa mesma superfície, foi colocada uma pequena plataforma de 0,15 x 0,13 x 0,10m (comprimento x largura x altura), sobre a qual se instalou uma catraca com manivela. Uma das extremidades de um cabo de aço (3/32), de cerca de 2,50m, foi presa à catraca e a outra extremidade foi fixada ao gancho superior da célula de carga.

No centro do andar superior foram feitos dois pequenos orifícios, na direção de sua largura, com 0,12m de distância entre eles, para permitir a passagem do cabo de aço no andar superior da mesa, formando uma alça sob a qual o membro do indivíduo deverá se posicionar. Tal alça é regulável, variando de acordo com a tensão do cabo de aço na catraca, e, no momento da avaliação, foi revestida de material maleável de etil vinil acetato (EVA) para não existir risco de lesões cutâneas.

É interessante que exista um trilho para aparafusamento da adaptação no solo. Esse fato evita a necessidade de auxílio de outro avaliador, uma vez que é provável que indivíduos saudáveis possam erguer a adaptação do solo.

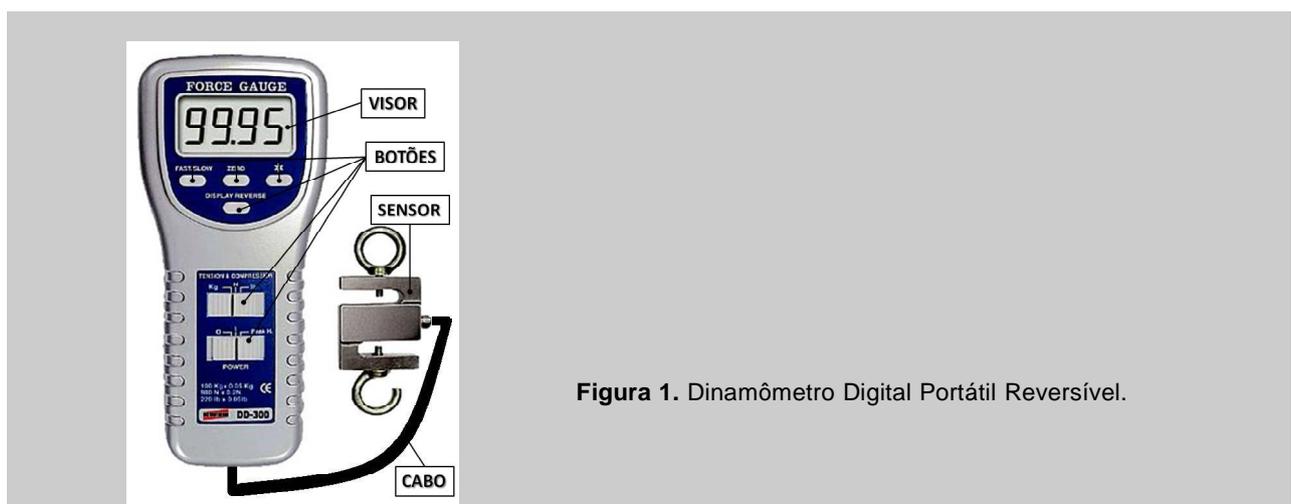


Figura 1. Dinamômetro Digital Portátil Reversível.

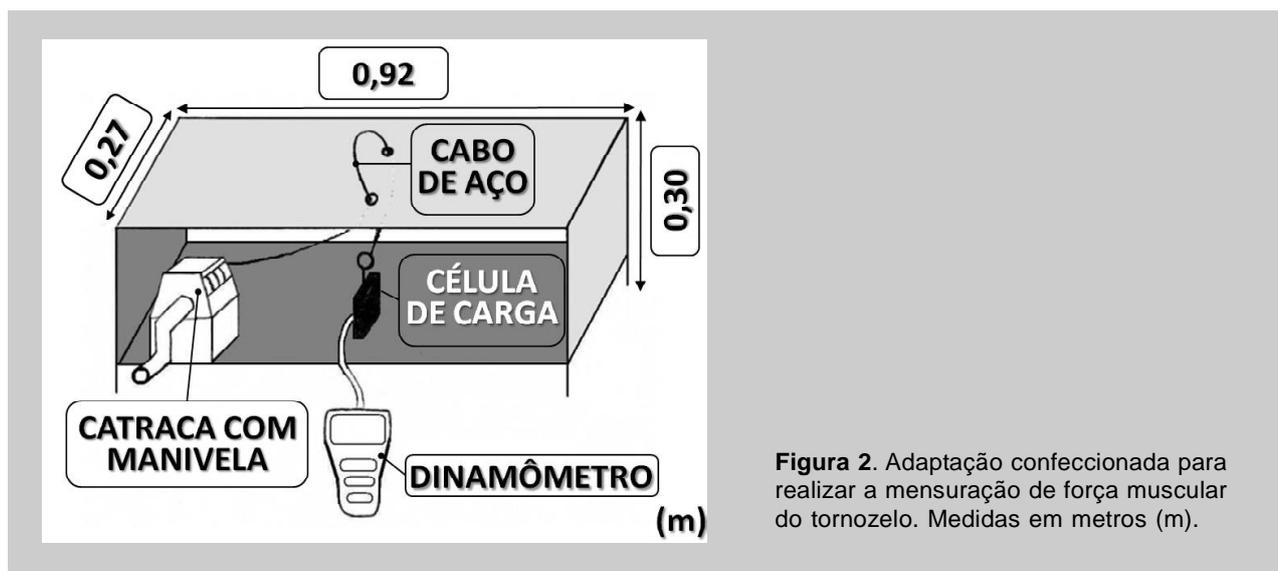


Figura 2. Adaptação confeccionada para realizar a mensuração de força muscular do tornozelo. Medidas em metros (m).

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA:

Posicionamento do indivíduo:

- Mensuração da força muscular do grupo dorsiflexor do tornozelo:

Para tal, o sujeito é orientado a sentar-se sobre uma maca-divã de 0,70m de altura, sem se escorar na parede, utilizando o apoio isquiático. O membro inferior a ser avaliado deve ser posicionado sobre a mesa adaptada, de maneira a deixar toda a planta do pé em contato com a superfície, mantendo as articulações metatarsofalângicas entre os dois orifícios do andar superior, isto é, sob a alça formada pelo cabo de aço. O indivíduo deverá manter tríplex flexão de 90° do membro inferior que deve ser mensurada por um goniômetro (Figura 3).

- Mensuração da força muscular do grupo plantiflexor do tornozelo:

O posicionamento corporal do indivíduo é o mesmo, porém, neste momento, os maléolos devem ser colocados entre os orifícios do andar superior. Dessa forma, o cabo de aço acompanhará a tíbia e a fíbula passando por cima da extremidade distal da coxa. A tríplex flexão de 90° deve ser preservada (Figura 4).

Se necessário, em ambos os testes a maca-divã ou a mesa adaptada poderão ser elevadas visando o alinhamento das articulações. Durante toda a realização do teste, deve-se prezar pela manutenção do membro a ser avaliado dentro do plano sagital, não permitindo rotações de quadril, joelho ou pés.

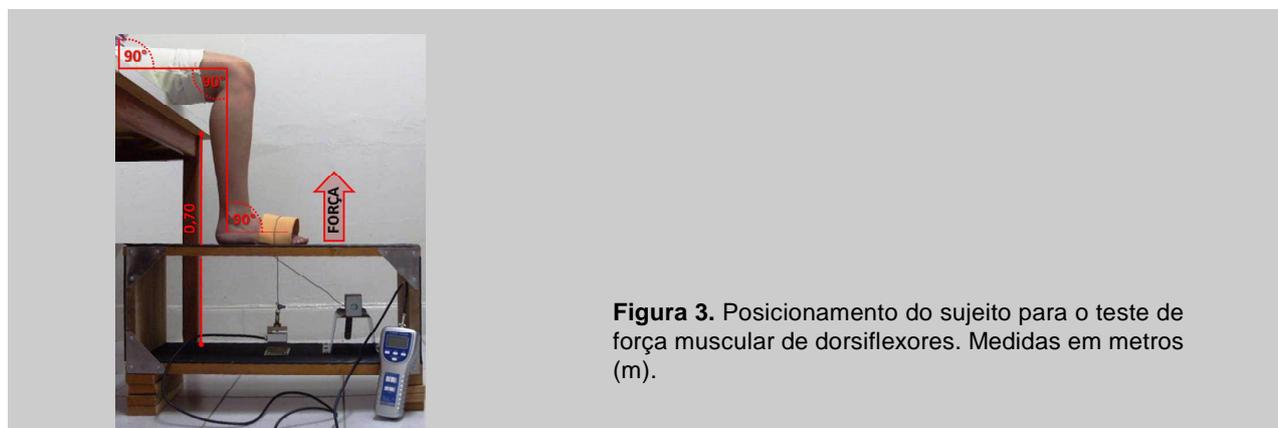


Figura 3. Posicionamento do sujeito para o teste de força muscular de dorsiflexores. Medidas em metros (m).



Figura 4. Posicionamento do sujeito para o teste de força muscular de plantiflexores. Medidas em metros (m).

Execução da força:

- Mensuração da força muscular do grupo dorsiflexor do tornozelo:

O examinador deverá colocar o revestimento de EVA entre o dorso do pé e a alça formada pelo cabo de aço, rodar a catraca e travá-la no ponto que o cabo permaneça firme, não permitindo movimentos, contudo sem causar desconforto ou dor.

O comando explicativo para realização do teste de força no grupo dorsiflexor de tornozelo é: “*Você irá manter seu calcanhar apoiado na superfície da mesa e fazer força para tentar erguer a ponta do pé, não só os dedos, toda a ponta do pé*”.

- Mensuração da força muscular do grupo plantiflexor do tornozelo:

O examinador deverá colocar o revestimento de EVA entre a extremidade distal da coxa e a alça formada pelo cabo de aço e travar a catraca da maneira supracitada.

O comando explicativo para realização do teste de força no grupo plantiflexor de tornozelo é: “*Agora, você irá manter a ponta do pé na superfície da mesa e fazer força para tentar erguer o calcanhar – fazer ponta de pé*”.

Considerações para realização do teste:

Ao sujeito é explicado verbalmente e demonstrado como deverá imaginar o movimento. Posteriormente, é solicitada a execução do movimento com o tornozelo contralateral. Nesse momento, o examinador deverá comunicar que, ao realizar a força, não serão permitidos movimentos com o tronco, jogando-o em

extensão, e os membros superiores não poderão ser apoiados contra o divã. O indivíduo deve ser orientado que a força deve ser realizada somente no tornozelo, e que ele não conseguirá realizar o movimento, pois esse será impedido pelo cabo de aço.

Antes do início do teste, deve ser comunicado ao sujeito que ele deverá realizar o movimento uma única vez com o máximo de força que conseguir. Depois irá descansar por 30 segundos e repetir o procedimento.

Após o posicionamento adequado e ciente do entendimento do sujeito, o examinador deverá zerar o dinamômetro. A função *Peak-hold*, que registra o pico de força realizado, deverá estar selecionada. Então é solicitado ao indivíduo que realize a força contra o cabo de aço durante cerca de três a cinco segundos (BROWN *et al.*, 2003), para que não se iniciem mudanças metabólicas devido ao pico de tensão (KISNER, COLBY, 2004). É fornecido o comando para relaxar e, 30 a 60 segundos após, solicitada a execução novamente (ANDREWS *et al.*, 1996; BOHANNON, 1997; BROWN *et al.*, 2003; PHILIPS, MASTAGLIA, 2000; STOLL *et al.*, 2000).

Deve-se ter o cuidado de realizar as execuções mais de uma vez em cada grupo muscular. Esse é um método eficaz e importante para reduzir a medida de erro, muito comum quando se utiliza uma única medição (VAN DEN BELD *et al.*, 2006).

Durante a realização do teste, o examinador sempre deverá estar atento às possíveis compensações que o indivíduo possa realizar. Sempre que tal fato ocorrer, a tentativa deve ser anulada e realizada novamente. Deve ser observada, também, a ocorrência de movimentos, no próprio tornozelo, devido ao mau ajuste da adaptação. As plantas dos pés devem permanecer em contato contínuo com o andar superior,

devendo ocorrer o mínimo de movimento (correspondente apenas ao atrito entre as partes moles). Se ocorrer movimento ativo – contração isotônica – os valores das tentativas não permanecerão no intervalo de confiança desejado (0,95), devendo ser descartados (STOLL *et al.*, 2000; WANG *et al.*, 2002; GUIMARÃES *et al.*, 2005; LADEIRA *et al.*, 2005).

APLICABILIDADE E COMENTÁRIOS FINAIS

O método descrito no presente texto foi idealizado, justamente porque existe uma dificuldade de se encontrar orientações precisas na literatura para se avaliar a força muscular do tornozelo, nas condições anteriormente abordadas. A avaliação através de dinamômetros portáteis, amplamente utilizada como testes de força muscular, ainda é um procedimento que necessita de aprimoramentos.

Indivíduos com disfunções musculares distais como neuropatias, miopatias e doenças da junção neuro-muscular; déficits de equilíbrio e propriocepção por lesões na região do tornozelo e até mesmo o processo natural de senilidade, necessitam de uma abordagem específica da condição muscular dessa articulação. Esses sujeitos não apresentam um déficit de força muscular puro, de maneira geral, esse sempre está associado a uma condição patológica da estrutura muscular ou nervosa. Por esse motivo, a avaliação com um posicionamento mais fisiológico acaba por melhor reproduzir as condições vivenciadas no cotidiano na quais as dificuldades dessa população aparecem em grande proporção.

Não é difícil encontrar na literatura científica revisões reunindo estudos que apóiam a idéia de que o treinamento de fortalecimento muscular pode ser eficaz em diversas enfermidades (HURLEY, ROTH, 2000; LANGE *et al.*, 2008; GORDON *et al.*, 2009). Entretanto, muitas dessas revisões não prestam a atenção necessária à forma de avaliação utilizada, sendo que algumas nem citam o tipo de teste muscular utilizado para verificar possíveis incrementos de força. Num

contexto geral, está claro que a avaliação precisa e objetiva da força muscular vai de encontro à otimização e ao enfoque do tratamento de reabilitação. Seguramente, um bom prognóstico clínico depende de um plano de tratamento certo, que, por sua vez, está intimamente ligado a uma avaliação eficaz.

KEATING *et al.* (1996), através de uma revisão bibliográfica com mais de 200 artigos que testaram a validade, confiabilidade e reprodutibilidade dos testes de força muscular; realizaram um levantamento dos fatores relacionados aos sujeitos e aos métodos utilizados. Dentre muitas conclusões alcançadas, esses autores verificaram que, apesar do conhecimento de que os valores de força variam de acordo com o modo do teste, não existe nenhum estudo com orientações para seleção da maneira que se deve realizar cada teste. Contudo, o modo do teste deve ser o mesmo independentemente do perfil do sujeito de pesquisa.

WILSON, MURPHY, (1996), após estudo de revisão de testes de força muscular isométrica, concluíram que, para manter a confiabilidade e a validade dessa ferramenta, é necessário que os sujeitos sejam previamente familiarizados com o método; mais de uma repetição deve ser realizada para melhorar a acurácia dos dados; as instruções dadas devem ser claras e apropriadas; tentativas devem ser permitidas antes do início do teste, o qual deve ser realizado na posição específica para desempenho de seu interesse.

Estudos futuros com mais descrições de métodos, em diferentes articulações, devem ser incentivados no sentido de se buscar uma padronização dos tipos de aparelhos, técnicas, posicionamentos, visando aprimorar a metodologia geral da dinamometria e a sensibilidade e a especificidade de uma técnica padrão para todos os perfis de indivíduos.

AGRADECIMENTO

Ao senhor Armando Ribeiro (*in memoriam*) pela fabricação da adaptação.

REFERÊNCIAS

1. ANDREWS AW, THOMAS MW, BOHANNON RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Phys. Ther.*, 76(3):248-259, 1996.
2. BOHANNON RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 78(1):26-32, 1997.
3. BOHANNON RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys. Ther.*, 66(2):206-9, 1986.
4. BOHANNON RW, ANDREWS AW. Interrater reliability of hand-held dynamometry. *Phys. Ther.*, 67(6):931-3, 1987.
5. BOTTEAU M, MALOUIN F, RICHARDS CL. Use of hand-held dynamometer and a Kin-Com dynamometer for evaluating spastic hypertonia in children: a reliability study. *Phys. Ther.*, 75(9):796-802, 1995.
6. BROWN LE, WEIR JP, OLIVEIRA HP, BOTTARO M, LIMA LCJ, FERNANDES FILHO J. Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: Avaliação precisa da potência e da força muscular. *Rev. Bras. Ciênc. Mov.*, 11(4): 95-110, 2003.
7. CAMARGO MR, LUNDBERG C, SAITALS, SOUZARCT. Desempenho da marcha após treinamento em esteira ergométrica na criança com paralisia cerebral hemiparética. *Arq. Bras. Paralisia Cerebral.*, 3(8):34-40, 2008.
8. CAO Z-B, MAEDAA, SHIMA N, KURATA H, NISHIZONO H. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance gait kinematics in community-dwelling elderly women. *J. Physiol. Anthropol.*, 26(3):325-32, 2007.
9. CARVALHO J, SOARES JMC. Envelhecimento e força muscular – uma breve revisão. *Rev. Port. Ciênc. Desp.*, v.4, n.3, p.79-93, 2004.
10. GORDON BA, BENSON AC, BIRD SR, FRASER SF. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 83(2):157-75.
11. GUIMARÃES RM, PEREIRA JS, BATISTA LA, SCIANNI CA. Dinamômetro manual adaptado: medição de força muscular do membro inferior. *Fitness & Performance Journal*, 4(3):145-9, 2005.
12. HERZOG W, LEONARD TR, JOUMAA V, MEHTA A. Mysteries of muscle contraction. *J. Appl. Biomech.*, 24(1):1-13, 2008.
13. HISLOP HJ, MONTGOMERY J, CONNELLY B, TARANTO G. *Daniels & Worthinghan – Provas de função muscular: Técnicas de exame manual*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 430p.
14. HURLEY BF, ROTH SM. Strength training in the elderly. Effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med.*, 30(4):249-68, 2000.
15. KEATING JL, MATYAS TA. The influence of subject and test design on dynamometric measurements of extremity muscles. *Phys. Ther.*, 76(8):866-89, 1996.
16. 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.*, 17(2):160-70, 2008.
17. KILMER DD, McCRORY MA, WRIGHT NC, ROSKO RA, KIM H-R, AITKENS SG. Hand-held dynamometry in person with neuropathic weakness. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 78(12):1364-8, 1997.
18. KISNER C, COLBY LA. *Exercícios Terapêuticos – Fundamentos e Técnicas*. Barueri, SP: Manole, 2004. 841p.
19. LADEIRA CE, HESS LW, GALIN BM, FRADERA S, HARKNESS MA. Validation of an abdominal muscle strength test with dynamometry. *J. Strength Cond. Res.*, 19(4): 925-30, 2005.
20. LANGE AK, VANWANSEEELE B, FIATARONE SINGH MA. Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Arthritis Rheum.*, 59(10):1488-94, 2008.
21. MARQUES MAC. A força. Alguns conceitos importantes. *Lecturas EF y deportes*, 8(46), 2002. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd46/forca.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2009.
22. MARTIN HJ, YULE V, SYDDALL HE, DENNISON EM, COOPER C, AIHIE SAYERA. Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? A comparison with the gold standard Biodex Dynamometry. *Gerontol.*, 52(3):154-9, 2006.
23. MONROY JA, LAPPIN AK, NISHIKAWA KC. Elastic properties of active muscle – on the rebound? *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 35(4):174-9, 2007.
24. PEREIRA MIR, GOMES PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. *Rev. Bras. Med. Esporte.*, 9(5):325-35, 2003.
25. PHILLIPS BA, MASTAGLIA FL. Muscle force measured using “break” testing with a hand-held myometer in normal subjects aged 20 to 69 years. *Arch. Phys. Med.*, 81(10):653-61, 2000.
26. SCHULTZ AB, ASHTON-MILLER JA, ALEXANDER NB. What leads to age and gender differences in balance maintenance and recovery? *Muscle Nerve Suppl.*, 5(Suppl):S60-4, 1997.
27. SHUMWAY-COOK A, WOOLLACOTT MH. *Controle Motor: Teoria e Aplicações Práticas*. Barueri, SP: Manole, 2003. 610p.

28. STOLLT, HUBER E, SEIFERT B, MICHEL BA, STUCKI G. Maximal isometric muscle strength: normative values and gender-specific relation to age. *Clin. Rheumatol.*,19(2): 105-13, 2000.
29. STURNIEKS DL, St GEORGE R, LORD SR. Balance disorders in elderly. *Clinical Neurophysiol.*, 38(6):467-78, 2008.
30. VAN den BELD WA, VAN den SANDEN GA, SENGERS RC, VERBEEK AL, GABREËLS FJ. Validity and reproducibility of hand-held dynamometry in children aged 4-11 years. *J. Rehabil. Med.*,38(1):57-64, 2006.
31. VINCI P, SERRAO M, PIERELLI F, SANDRINI G, SANTILLI V. Lower limb manual muscle testing in the early stages of Charcor-Marie-Tooth disease type 1A. *Funct. Neurol.*, 21(3):159-63, 2006.
32. WANG C-Y, OLSON SL, PROTAS EJ. Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 83(6):811-5, 2002.
33. WILSON GJ, MURPHY AJ. The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. *Sports Med.*, 22(1):19-37, 1996.

Correspondência

Marcela Regina de Camargo
Rua Roberto Simonsen, 305. Presidente Prudente – SP.
CEP 19060-900. Tel.: (18) 3229-5365 Ramal 213.
Correio Eletrônico: amy.marcela@gmail.com