

## Avaliação da força muscular dos membros superiores através dinamometro hand held: estudo piloto

### *Evaluation of muscular strength of the upper limbs through dynamometer hand held: pilot study*

Balbino Rivail Ventura Nepomuceno Júnior<sup>1</sup>, Mansueto Gomes Neto<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em processo interativos de órgãos e Sistemas pela Universidade Federal da Bahia; PhD; <sup>2</sup>Professor permanente do Programa de pós-graduação em processo interativos de órgãos e Sistemas pela Universidade Federal da Bahia

#### Resumo

**Introdução:** a avaliação de componentes físicos é importante para a estratificação da capacidade funcional de um indivíduo. A contração muscular gerada por encurtamento das unidades contráteis do músculo, promovendo força muscular. Objetivos: descrever um protocolo de avaliação da força muscular periférica dos membros superiores (MMSS) através do dinamômetro *Hand Held* (DHH), assim como testar, em estudo piloto, o instrumento e o protocolo de coleta propostos. **Metodologia:** trata-se de um estudo piloto, de caráter descritivo, de corte transversal, que expõe e aplica o protocolo de avaliação da força muscular periférica de MMSS em indivíduos saudáveis. A amostra foi composta por voluntários saudáveis, com idade entre 18 e 80 anos, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Foi testada a contração isométrica para os principais movimentos das maiores articulações dos MMSS superior do membro de dominância. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa do ICS/UFBA, parecer nº1537948. Os dados qualitativos foram expostos em frequência absoluta e relativa, e os dados quantitativos expressos em média e desvio padrão e (ou) mínimo e máximo. Foi realizada a correlação de Pearson entre o torque dos flexores do cotovelo com variáveis antropométricas escalares. **Resultado:** a amostra foi composta por 16 voluntários, com idade entre 20 e 40 anos, predominância do sexo feminino (62,5%), IMC médio 23,7 (4,8), fisicamente ativos (68,8%). A mensuração do torque demonstrou maiores torques flexores de cotovelo, rotadores internos de ombro, extensores de punho e extensores de ombro. **Conclusão:** o protocolo demonstrou-se prático e factível, com tempo de mensuração médio de 30 minutos. Não foram observados eventos adversos conhecidos durante as avaliações.

**Palavras-chave:** Dinamômetro de Força Muscular. Contração Muscular. Força Muscular. Medida.

#### Abstract

**Introduction:** *t* evaluation of physical components is important for the stratification of an individual's functional capacity. The muscle contraction generated by shortening of the contractile units of the muscle, promoting muscle strength. **Objectives:** to describe a protocol for the assessment of upper limb muscle strength (MMSS) using the Hand Held Dynamometer (DHH), as well as to test the proposed instrument and collection protocol in a pilot study. **Methodology** this is a descriptive, cross-sectional, pilot study that exposes and applies the protocol for the evaluation of peripheral muscle strength of MMSS in healthy individuals. The sample consisted of healthy volunteers, aged between 18 and 80 years, who signed the informed consent form (TCLE). We tested the isometric contraction for the major movements of the major joints of the superior MMSS of the dominance limb. The research was approved by the research ethics committee of ICS / UFBA, opinion n1537948. The qualitative data were exposed in absolute and relative frequency, and the quantitative data expressed in mean and standard deviation and (or) minimum and maximum. The Pearson correlation between the torque of the elbow flexors and scalar anthropometric variables was performed. **Results:** the sample consisted of 16 volunteers, aged between 20 and 40 years, predominantly female (62.5%), mean BMI 23.7 (4.8), physically active (68.8%). Torque measurement showed greater elbow flexor torques, internal rotators of the shoulder, wrist extensors, and shoulder extensors. **Conclusion:** the protocol proved to be practical and feasible, with an average measurement time of 30 minutes. No known adverse events were observed during the assessments.

**Keywords:** Muscle Strength Dynamometer. Muscle Contraction. Muscle Strength. Measurement.

## INTRODUÇÃO

A avaliação de componentes físicos é um dos cuidados básicos mais importantes para a estratificação da capacidade funcional de um indivíduo e, em decorrência, para a identificação de uma deficiência musculoesquelética e

a consequente limitação da função. Componentes como a amplitude de movimento, a força muscular, a sensibilidade, a propriocepção e a flexibilidade fazem parte da prática diária do fisioterapeuta, do educador físico e de outros profissionais da saúde que atuam com capacidade física, performance e saúde. Contudo, diversas vezes, o uso rotineiro desses marcadores de função não garante sua racionalização como componente para delimitação de um plano, ou decisão sobre um prognóstico funcional (MCDONNELL, 1974).

**Correspondente/Corresponding:** \*Mansueto Gomes Neto – End: Universidade Federal da Bahia – PAC – Depto de Fisioterapia Salvador / BA – Tel: (71) 99918-8277 – E-mail:netofisio@gmail.com

A contração muscular pode ser definida com a capacidade de o músculo, ou grupo muscular, gerar encurtamento de suas unidades contráteis, promovendo a aproximação entre suas inserções. Tal alavanca, uma grandeza expressa mediante o torque ou momento de força, expresso em Newton, é a própria expressão da força muscular (LOHMANN *et al.*, 2004).

A força muscular pode ser gerada por três formas diferentes de contração. A mais frequente é a contração isotônica, em que os pontos das inserções se aproximam ou se afastam, desacelerando através da contração do tecido muscular. Outra possibilidade é a contração isométrica, em que o músculo apresenta potencial de ação elétrico e encurtamento de unidades contráteis, embora sem aproximação significativa de suas inserções, através do direcionamento do torque gerado para um rearranjo interno das miofibrilas. A terceira possibilidade é a contração isocinética, obtida por meio da ação muscular sobre velocidade angular constante durante todas as amplitudes de movimento no curso de uma contração. Tal condição é a forma ideal para avaliação da força muscular devido à possibilidade de se obter o máximo torque, minimizando impedâncias que desacelerariam a velocidade angular, à medida que a amplitude de movimento se afaste do ponto ótimo de torque para cada músculo ou grupo muscular (MERLIN *et al.*, 2004).

O dinamômetro isocinético é um dispositivo capaz de gerar contração isocinética, e é considerado o padrão-ouro para a avaliação da força muscular. Contudo tal dispositivo é robusto e exige um ambiente específico e controlado para a avaliação dessa variável. Tal condição torna esse aparelho menos acessível a diversas populações (MARTIN *et al.*, 2006; MEYER *et al.*, 2013). A necessidade de dispor de instrumentos menores, portáteis, mais acessíveis em ambientes diversificados, sem perder a acurácia na avaliação da força muscular é a principal justificativa do estudo do dinamômetro isométrico *hand held* como instrumento de avaliação da força muscular (MENTIPLAY *et al.*, 2015; SHEFNER *et al.*, 2016).

O presente estudo tem como objetivo descrever um protocolo de avaliação da força muscular periférica dos membros superiores (MMSS) com o uso do dinamômetro Hand Held (DHH), assim como testar, em estudo piloto, o instrumento e o protocolo de coleta proposto.

## METODOLOGIA

Trata-se de um estudo piloto, de caráter descritivo e corte transversal, que expõe e aplica o protocolo de avaliação da força muscular periférica de MMSS em indivíduos saudáveis na cidade de Salvador (Bahia).

A amostra do estudo foi de conveniência, composta por voluntários saudáveis, caracterizados por ausência de sintomas nociceptivos musculoesqueléticos nos últimos dois meses, com idade entre 18 e 80 anos e que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Foram excluídos: indivíduos com incapacidade cognitiva

para compreender o protocolo e as orientações; pacientes com disfunções neuromusculares, mesmo sem agudização; pacientes com redução de amplitude de movimento funcional; e como pacientes com alguma condição cardiorrespiratória ou sistêmica que contraindicasse a realização do protocolo de avaliação da força muscular.

Todos os voluntários incluídos na pesquisa foram submetidos a uma entrevista para levantamento de dados sociodemográficos e funcionais. Das variáveis estudadas, constituem variáveis nominais: gênero, raça, dominância, profissão, religião, uso de medicação regular e prática de atividade física. Escolaridade constitui uma variável categórica. São variáveis quantitativas discretas ou contínuas: idade, peso, altura, frequência de atividade física semanal, horas de sono médio por dia, pico de força muscular, força muscular média (NETTO BITTENCOURT *et al.*, 2016).

A avaliação da força muscular isométrica foi realizada com a utilização do DHH, modelo 01165, da Marca Lafayette Instrument (Lafayette, Sagamore, USA), assim como de um goniômetro da marca ISP, para a marcação adequada da posição articular no teste de cada grupo muscular (FIESELER *et al.*, 2015). A avaliação foi realizada em local reservado e apropriado. Foi testada a contração isométrica para os principais movimentos das maiores articulações dos MMSS superior do membro de dominância. Previamente à mensuração, o voluntário foi orientado e treinado para cada movimento. Realizada a contração isométrica por três segundos, um bip sonoro do próprio equipamento sinalizava o final da avaliação para cada movimento. Cada movimento foi realizado com três repetições, considerando o maior dos três valores, sempre com incentivo do examinador: “Força, força, força!”.

Para garantir a ocorrência do máximo torque para cada grupo muscular, o DHH foi posicionado com as mãos no segmento avaliado, sempre com resistência máxima e com vetor de movimento contrário à contração solicitada. Entende-se que tais vetores se anulariam se, durante a contração, o movimento não ocorresse em sentido do vetor de movimento imposto pelo examinador ou pelo voluntário, confirmando a anulação adequada das forças e impedindo que parte da força imposta pelo paciente fosse traduzida em movimento e, assim, inviabilizasse a compressão lida através da célula de força do dinamômetro em questão. Previamente ao estudo, todos os instrumentos de medida passaram por calibração, visando assim, a minimizar possível viés de mensuração.

Foram avaliados os seguintes grupos musculares, adotando-se a posição descrita:

- *Flexores do ombro* – Em decúbito dorsal, ombro posicionado em 90° de flexão, cotovelo e punhos 180°, antebraço pronado (HÉBERT *et al.*, 2015).
- *Extensores de ombro* – Em decúbito dorsal, ombro posicionado em 90° de flexão, cotovelo e punhos 180°, antebraço pronado. Dinamômetro apoiado na face anterior do braço. Fazer extensão de ombro (HÉBERT *et al.*, 2015).

- *Abdutores de ombro* – Em decúbito dorsal, ombro posicionado em 45° de abdução, cotovelo e punhos 180°, antebraço pronado. Dinamômetro apoiado na face lateral do braço. Fazer Abdução de ombro (VAN DER PLOEG; FIDLER; OOSTERHUIS, 1991).
- *Adutores de ombro* – Em decúbito dorsal, ombro posicionado em 45° de abdução, cotovelo e punhos 180°, antebraço pronado. DHH apoiado na face medial do braço. Fazer adução de ombro (VAN DER PLOEG; FIDLER; OOSTERHUIS, 1991).
- *Rotadores internos de ombro* – Em decúbito dorsal, ombro em 90° de abdução, cotovelo em 90° de flexão e punhos 180°, antebraço pronado. Dinamômetro apoiado na face anterior do punho. Fazer rotação interna ombro (FIESELER *et al.*, 2015).
- *Rotadores externos de ombro* – Em decúbito dorsal, ombro em 90° de abdução, cotovelo em 90° de flexão e punhos 180°, antebraço pronado. Dinamômetro apoiado na face posterior do punho. Fazer rotação externa de ombro (FIESELER *et al.*, 2015).
- *Flexores de cotovelo* – Em decúbito dorsal, ombro em posição neutra, cotovelo em 90° de flexão e punhos 180°, antebraço supinado. Fazer flexão de cotovelo (GENLIN *et al.*, 2016).
- *Extensores de cotovelo* – Em decúbito dorsal, ombro em posição neutra, cotovelo em 90° de flexão e punhos 180°, antebraço supinado. DHH apoiado na face posterior do punho. Fazer extensão de cotovelo (GENLIN *et al.*, 2016; THORBORG *et al.*, 2010).
- *Flexores de punho* – Em sedestração, antebraço apoiado sobre superfície rígida, punho para fora da superfície. Ombro posicionado em 0° de flexão, cotovelo em 90° de flexão e punhos 180°, antebraço supinado. Dinamômetro apoiado na face anterior dos ossos do carpo. Fazer flexão de punho (RHEAULT *et al.*, 1989).
- *Extensores de punho* – Em sedestração, antebraço apoiado sobre superfície rígida, punho para fora da superfície. Ombro posicionado em 0° de flexão, cotovelo em 90° de flexão e punhos 180°, antebraço pronado. DHH apoiado na face posterior dos ossos do carpo. Fazer extensão de punho (RHEAULT *et al.*, 1989).

Previamente à realização do estudo, a pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, com o parecer nº 1537948. A pesquisa se realizou com amostra de conveniência, e todos os voluntários assinaram o TCLE. A pesquisa garantiu a integridade e manteve em sigilo qualquer dado individual dos voluntários que compuseram a amostra, em consonância com as recomendações do CNS (Resolução 466/12 CNS/MS).

Para a tabulação e a análise dos dados, foi utilizado o *software* SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows (versão 21.0). Foi empregada a estatística descritiva, com exposição dos dados por meio de tabelas e gráficos. Os dados qualitativos foram expostos em

frequência absoluta e relativa, e os dados quantitativos expressos em média e desvio padrão e (ou) mínimo e máximo. Para conhecimento preliminar, neste piloto, a torque dos flexores do cotovelo foi correlacionada com variáveis escalares, como idade, altura, peso e horas de sono com o uso do Coeficiente de correlação de Pearson (*r*). Com fins didáticos, para categorizar a magnitude da correlação, foi empregada a classificação proposta por Cohen (1988): valores entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados pequenos; escores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados como médios; e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como grandes (COHEN, 1988).

## RESULTADOS

A amostra deste piloto foi composta por 16 voluntários, em idade entre 20 e 40 anos, com predomínio do sexo feminino (62,5%), e IMC médio compatível com eutrofia 23,7 (4,8), fisicamente ativo em 68,8% do seu todo (Tabela 1).

**Tabela 1** – Dados sócio demográficos dos indivíduos em que foi mensurado o pico de torque dos músculos dos MMSS, através da DHH.

Variável	Média (DP) n=16	n(%) n=16
Idade (anos)	27,3 (8,4)	
Gênero (Feminino)		10 (62,5)
Altura (cm)	1,69 (0,06)	
Peso (kg)	67,7 (13,9)	
IMC	23,7 (4,8)	
Raça:		
Parda		8(50,0)
Branca		5(31,3)
Negra		3(18,8)
Dominância (destro)		16(100)
Escolaridade:		
Ensino Médio		11(68,8)
Ensino Superior		2 (12,5)
Pós graduados		2(12,5)
Analfabeto		1 (6,3)
Dieta (sim)		4(25)
Atividade física (sim)		11(68,8)
Tipo de Atividade:		
Musculação		8(50,0)
Aeróbico		2(12,5)
Dança		1(6,3)
Frequência da Atividade:		
<3x semanal		4(36,4)
3x semanal		4(36,4)
>3x semanal		3(27,3)
Duração do Sono (h)	6,7 (1,0)	
Etilismo (não)		14(87,5)
Tabagismo (não)		16 (100)
Medicações Regular:		
Anticoncepcional		3(18,8)
Antialérgico		1(6,3)
Broncodilatador		1(6,3)

Fonte: Autoria própria

A mensuração do torque gerado pelos principais músculos dos MMSS foi demonstrada na Tabela 2, encontrando-se maiores torques flexores de cotovelo, rotadores internos de ombro, extensores de punho e extensores de ombro. Neste piloto, foi correlacionado o valor do torque dos flexores de cotovelo com variáveis antropométricas e clínicas, observando-se correlação positiva e grande com idade e peso, e negativa e média com horas de sono (Tabela 3).

**Tabela 2** – Valores do pico de torque dos principais músculos do MMSS, mensurado através da DHH, na amostra (n=16).

Grupo Muscular	Pico de Torque		CV**
	(DP)*	[Min- Max]	
Flexores do Ombro	80,2 (25,3)	[48,5-134,8]	31,5
Extensores do Ombro	111,3 (39,6)	[61,5-196,6]	35,5
Abdutores do Ombro	91,5 (40,1)	[48,0-208,1]	43,8
Adutores de Ombro	84,7 (32,1)	[44,2-168,7]	37,8
Rotação interna de Ombro	119,6 (31,2)	[67,0— 186,3]	26,0
Rotação externa de Ombro	98,3 (31,3)	[68,8-175,5]	31,8
Flexores do Cotovelo	190,6 (56,9)	[120,9- 340,7]	29,8
Extensores de Cotovelo	104,1 (31,0)	[52,3-166,0]	29,7
Flexores de Punho	106,2 (45,7)	[51,7-215,9]	43,0
Extensores de Punho	117,5 (34,0)	[64,8-181,6]	28,9

\*Pico do torque, expresso em N.

\*\*Coeficiente de variação, expresso em %.

Fonte: Autoria própria

**Tabela 3** – Correlação entre torque dos flexores do cotovelo, mensurado por DHH e variáveis antropométricas e clínica.

Variáveis	r
Idade (anos)	0,19
Altura (cm)	0,54
Peso (kg)	0,57
Horas de Sono (h)	-0,27

Fonte: Autoria própria

## DISCUSSÃO

O protocolo de avaliação da força muscular através da DHH proposto demonstrou-se factível e de fácil aplicabilidade. Seu posicionamento parece instintivo, baseado em conhecimentos de domínio comum ao profissional de saúde. As orientações para realização demonstraram ser acessíveis a pessoas com diferentes níveis de instrução acadêmica.

O protocolo empregado se baseou em posicionamentos previamente empregados em estudos científicos, visando a garantir maior segurança e credibilidade ao protocolo (ANDREWS; THOMAS; BOHANNON, 1996; BOHANNON 1997; FIESELER *et al.*, 2015; GENLIN *et al.*, 2016). Sua

escolha teve como princípio norteador, incluir posições em que fossem empregados mobiliários mínimos e adotar posições que pudessem, no futuro, ser adotadas por diversas populações, com as mais diversas capacidades físicas e funcionais. Reduzem-se, assim, possíveis vieses de mensuração, através de ajustes posturais futuros em populações específicas, ou pela necessidade de um mobiliário especial ou adaptado (HANNA *et al.*, 2010; KELLN *et al.*, 2008; KRAUSE *et al.*, 2014; YODAS *et al.*, 2008).

A literatura tem relatado o risco de fadiga muscular, dores agudas musculares ou articulares, câimbras, além de cefaleia e hipertensão arterial na mensuração da força muscular com isometria de diversos grupos musculares (MENDES; AZEVEDO; AMARAL, 2013). Para minimizar esses possíveis efeitos adversos, o protocolo empregado garantiu repouso de 60 a 90 segundos entre as mensurações de cada grupo muscular, sempre respeitando a percepção do voluntário quanto a iniciar uma nova contração no grupo muscular avaliado. A adoção do tempo mínimo de contração isométrica em três segundos também visou a garantir a integridade física dos participantes. Neste estudo, não foram observados eventos adversos durante as avaliações da DHH.

A amostra deste piloto foi composta por 16 voluntários, entre estudantes e funcionários da universidade onde foi sediada a pesquisa, com predominância do gênero feminino (62,5%), altura média de 1,69 (0,06) cm, peso médio 67,7 (13,9) kg. Genlin *et al.* num estudo em 2016, testou a confiabilidade relativa e absoluta da DHH em estudantes universitários que apresentavam média de altura e peso semelhantes, 1,67(0,4) cm e 74,0 (10,0) kg, respectivamente. Tal estudo auxiliou na adoção de algumas posições neste protocolo de mensuração dos MMII: confiabilidades elevadas, com coeficiente de correlação intraclasse (CCI) entre 0,85 e 0,96 para posições dos flexores e dos extensores de quadril.

Schrama *et al.* (2014) em revisão sistemática atual, descrevendo a confiabilidade intraexaminador da DHH das extremidades superiores, em de 54 estudos sobre o tema, aborda que a CCI pode variar de 0,71 para avaliadores inexperientes, até 0,99 para avaliadores com maior experiência. Baseado nisso, o grupo de coleta deste estudo piloto foi previamente treinado em uma oficina sobre DHH ministrada pelo pesquisador principal desta pesquisa, em que foram informados sobre o equipamento, e familiarizados com o manuseio e o protocolo de medida a ser avaliado. A mesma revisão demonstra maiores confiabilidades para flexão e extensão de cotovelo, com resultados controversos para ombro e punho, provavelmente, justificados pela maior liberdade de movimento dessas últimas duas articulações. Para minimizar essa tendência, foram escolhidas posições baseadas em estudos classificados, nessa revisão, com de “alta” confiabilidade.

Mentiplay *et al.* (2015) em estudo de validação e confiabilidade dos MMII, empregou protocolo de mensuração semelhante ao do presente piloto, com o uso do mesmo equipamento, respeitando a premissa de resistência

máxima em vetor contrário ao movimento e encontrando de boa a excelente confiabilidade para todos os grupos musculares avaliados (CCI > 0,70).

Fieseler *et al.* 2015 em estudo com atletas de time feminino de handebol, demonstraram de boa a excelente confiabilidade da DHH e goniometria para marcar as posições articulares em medidas para MMSS. Baseado nesses achados, o presente piloto empregou a goniometria, principalmente para mensuração da dinamometria de articulações multiplanares, visando a garantir a adequada estabilização dos segmentos corporais e melhorar a reprodutibilidade do protocolo.

A Tabela 2 demonstra os valores da força muscular mensurada nos 16 voluntários deste piloto, observando-se um CV de aproximadamente 30% entre a amostra. Essa pequena variação se deve ao fato de que a amostra selecionada, neste trabalho, foi composta de indivíduos de faixa etária semelhante. Tal impressão se reforça na Tabela 3, ao se observar que a correlação entre força muscular e idade é ínfima ( $r = 0,19$ ), visto que a média de idade foi de apenas 27,3 (8,4) anos, não permitindo, nesta amostra preliminar, inferir adequadamente tal correlação. Por outro lado, foi identificada correlação positiva entre altura e peso, considerando sempre que a amostra foi composta por indivíduos com IMC médio de 23,7 (4,8), que configuraria eutrofia e, portanto, um percentual de massa magra aceitável. Em estudo que avaliava a força de preensão palmar, Handgrip, Silva *et al.* (2013) demonstraram correlação positiva entre variáveis antropométricas, como sexo masculino, IMC e flexibilidade, em 420 idosos. Contraditoriamente, Martinez *et al.* (2016) em estudo com 110 idosos hospitalizados, demonstraram que a acurácia de predição da massa muscular pela força é baixa (acurácia = 0,30; IC 95% = 0,19-0,41;  $p = 0,001$ ), lembrando que tal população difere deste piloto por condições agudas, como restrição de mobilidade e retenção de líquido, que podem ser fatores de confusão no comportamento dessas variáveis.

Este piloto é base para futuros estudos, pois descreve, em detalhes, todo o protocolo de mensuração da força muscular dos principais grupos musculares dos MMSS, através da DHH. O protocolo em questão demonstrou ser prático, com tempo de mensuração não superior a 30 minutos, incluindo os tempos de repouso e recuperação.

## CONCLUSÃO

O protocolo de avaliação da força muscular dos membros superiores através da DHH é prático e factível para aplicabilidade em diversos públicos e ambientes, seu resultado podem auxiliar diretamente da avaliação física e funcional, com seu domínio correlacionado com dados antropométricos de fácil aferição.

## REFERÊNCIAS

ANDREWS, A. W.; THOMAS, M.W.; BOHANNON, R.W. Normative values

for muscle isometric force measurements obtained with hand-held dynamometers. **Phys. Ther.**, New York, n. 76, p. 248-259, 1996.

NETTO BITTENCOURT, N. F. et al. Reference values of hip abductor torque among youth athletes: influence of age, fri and sports. **Phys. Ther. Sport.**, Edinburgh, v. 21, p. 1-6, 2016.

BOHANNON, R. W. Reference is extremity muscle strength values obtained by hand-held dynamometry from aged adults 20 to 79 years. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, Chicago, v. 78, n.1, p. 26-32, 1997.

COHEN, J. **Statistical power analysis is the behavioral sciences.** Hillsdale: Erlbaum, 1988.

FIESELER, C. *et al.* Schwesig Intrarater reliability of goniometry and hand-held dynamometry for elbow and shoulder examinations in female handball team athletes and asymptomatic volunteers. **Arch. Orthop. Trauma. Surg.**, Berlin, v.135, n.12, p.1719-1726, 2015.

GENLIN, L. *et al.* The simple way to Improve the relative and absolute reliability of handheld dynamometer measurements using learners. **Int. J. Clin. Exp. Med.**, Madison, v. 9, n.1, p.199-208, 2016.

HANNA, C. M. *et al.* Normative valueship strength of association football in adult male playersassessed by handheld dynamometry. **J. Sci. Med. Sport.**, Belconnen, v.13, n.3, p. 299-303, 2010.

HÉBERT, L. J. *et al.* Hand-Held dynamometry isometric torque reference values childrenand for adolescents. **Pediatr. Phys. Ther.**, Baltimore, v. 27, n.4, p. 414-423, 2015.

LOHMANN, S.K. *et al.* Walking ability and its relationship to lower-extremity muscle strength in children with idiopathic inflammatory myopathies. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, Chicago, v. 85, p.767-771, 2004.

KELLN, B. M. *et al.* Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active, young adults. **J. Sport Rehabil.**, Champaign, v.17, n. 2, p.160-170, 2008.

KRAUSE, O.T *et al.* Effects of examiner on strength reliability of hip-strength testing using a handheld dynamometer. **J. Sport Rehabil.**, Champaign, v. 23, n.1, p. 56-64, 2014.

MARTIN, H.J. *et al.* Aihie Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? a comparison with the gold standard biodex dynamometry. **Gerontology**, Basel, v. 52, p.154-159, 2006.

MARTINEZ, B. P. *et al.* Is there an association between skeletal mass and muscle strength in elderly persons hospitalized? **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, Rio de Janeiro, v. 19, n.2, p. 257-264, 2016.

MCDONNELL, M. Edwards and RHT hand-held dynamometer for evaluating voluntary muscle function. **Lancet**, London, p.757-758, 1974.

MENDES, J.; AZEVEDO, A.; AMARAL, T. F. Force hand hold - quantificação, determinants and clinical use: review article. **Arch. Med.**, Oviedo, v. 27, n. 3, p.115-120, 2013.

MENTIPLAY, B. F. *et al.* Assessment of Lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: the reliability and validity study. **PLoS ONE**, San Francisco, v.10, n.10, 2015.

MERLINI, L. et al. Motor function-muscle strength relationship in spinal muscular atrophy. **Muscle Nerve**, Boston, v. 29, n.4, p. 548- 552, 2004.

MEYER, C. *et al.* Test-retest reliability of innovated strength tests for hip muscles. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n.11, e81149, 2013.

RHEAULT, W. *et al.* Intertester reliability of the hand-held dynamometer for wrist flexion and extension. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, Chicago, v. 70, p. 907-910, 1989.

SCHRAMA, P. P. *et al.* Intraexaminer reliability of hand-held dynamometry in the upper extremity: a systematic review. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, Chicago, v. 95, n.12, p. 2444-2469, 2014.

SHEFNER, J. M. *et al.* Quantitative strength testing in ALS clinical trials. **Neurology**, New York, v. 87, p.1-8, 2016.

SILVA, N. A. *et al.* Handgrip strength and flexibility and Their association with anthropometric variables in the elderly. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, São Paulo, v. 59, n.2, p.128-135, 2013.

THORBORG, K. *et al.* Clinical assessment of hip strength using the hand-

held dynamometer is reliable. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, Copenhagen, v. 20, p. 493-501, 2010.

VAN DER PLOEG, J.; FIDLER, V.; OOSTERHUIS, H. J. Hand-held myometry: reference values. **J. Neurol., Neurosurg. Psychiatry**, London, v. 54, n.3, p. 244-247, 1991.

YOUKAS, J.W. *et al.* Determining meaningful changes in hip abductor muscle strength obtained by handheld dynamometry. **Physiother. Theory Pract.**, London, v. 24, n.3, p.215-220, 2008.

---

**Submetido em:** 12/09/2018

**Aceito em:**