

Validade preditiva de equações de referência para força de preensão manual em homens brasileiros de meia idade e idosos

Predictive validity of reference equations to hand grip strength in Brazilian men of middle age and elderly

Alex de Andrade Fernandes¹, Cristiano Diniz da Silva², Breno Cesar Vieira³, João Carlos Bouzas Marins⁴

RESUMO | O objetivo deste estudo foi verificar a validade preditiva das equações de referência para predição da força de preensão manual (FPM) em homens brasileiros de meia idade e idosos. Foram avaliados 60 homens com idade de $58,7 \pm 8,6$ anos (50–84 anos), estatura $168,7 \pm 8,0$ cm, massa corporal $67,9 \pm 13,0$ kg e índice de massa corporal $23,7 \pm 4,0$ kg/m², utilizando equipamento 'padrão-ouro' na avaliação da FPM e seguindo todas as recomendações metodológicas preconizadas pela *American Society of Hand Therapists* (ASHT). Os resultados do diagrama de Bland-Altman para mão dominante (MD) apresentam um erro médio (viés) de -8,4% (IC95% -51,6–34,7). Já o diagrama de Bland-Altman para mão não dominante (MND) apresenta um erro médio (viés) de 1,4% (IC95% -47,1–49,8). O cálculo de *Cronbach's alpha* para a MD foi de 0,69 e 0,59 para MND. O coeficiente de correlação intraclassa para MD foi 0,52 (IC95% 31–68) e de 0,42 (IC95% 20–60) para a MND. Concluímos que as equações para predição analisadas neste estudo, para uma população de homens brasileiros de meia idade e idosos, apresentou baixa validade preditiva, o que pode gerar erros de interpretação dos resultados.

Descritores | estudos de validação; força da mão; medidas; dinamômetro de força muscular.

ABSTRACT | The objective of this study was to verify the predictive validity of reference equations for hand grip strength (HGS) in middle-aged and elderly Brazilian men. We evaluated 60 men with age of 58.7 ± 8.6 years, height 168.7 ± 8.0 cm, body mass 67.9 ± 13.0 kg, and body mass index 23.7 ± 4.0 kg/m², utilizing the gold standard equipment for evaluation of HGS and following all methodological recommendations of the *American Society of Hand Therapists* (ASTH). The results of the Bland-Altman diagram for the dominant hand (DH) had a mean error (bias) of -8.4% (95%CI -51.6–34.7). The Bland-Altman diagram for the non-dominant hand (NDH) had a mean error (bias) of 1.4% (95%CI -47.1–49.8). The calculation of Cronbach's alpha was 0.69 for the DH and 0.59 for the NDH. The intraclass correlation coefficient was 0.52 (95%CI 31–68) for the DH and 0.42 (95%CI 20–60) for the NDH. We therefore conclude that the reference equations for HGS evaluated in this study has low predictive validity for a population of Brazilian men middle-aged and elderly, and may lead to a misinterpretation of the results.

Keywords | validation studies; hand strength; measurements; muscle strength dynamometer.

Estudo desenvolvido no Departamento de Educação Física, Laboratório de Performance Humana (LAPEH), na Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa (MG), Brasil.

¹Mestrando em Educação Física, Departamento de Educação Física, UFV - Viçosa (MG), Brasil.

²Mestre em Educação Física, Departamento de Educação Física, Faculdade de Viçosa (FDV) - Viçosa (MG), Brasil.

³Mestre em Bioquímica Agrícola, Prefeitura Municipal de Ouro Preto - Ouro Preto (MG), Brasil.

⁴Professor Doutor do Departamento de Educação Física, UFV - Viçosa (MG), Brasil.

Endereço para correspondência: Alex de Andrade Fernandes - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física, Laboratório de Performance Humana (LAPEH) - Avenida PH Rolfs s/n, Campus Universitário - CEP: 36570 000 - Viçosa (MG), Brasil - E-mail: alex.andrade@ufv.br

Apresentação: jul. 2012 - Aceito para publicação: set. 2012 - Fonte de financiamento: nenhuma - Conflito de interesse: nada a declarar - Parecer de aprovação no Comitê de Ética nº 409.282.60625.

INTRODUÇÃO

Força de preensão manual (FPM) é um parâmetro padrão para avaliação da função da mão¹⁻⁴, sendo habitualmente utilizada para determinar a eficácia de diferentes procedimentos cirúrgicos ou tratamentos, como na avaliação da capacidade de trabalho de pacientes com lesão nas mãos, ou em partes do braço que influenciam na FPM, ou em quadros clínicos como a artrite reumatoide ou distrofia muscular^{2,5-7}.

A FPM apresenta uma relação curvilínea com a idade, que resulta em um incremento inicial com o aumento da idade, atingindo um pico durante a terceira década de vida, e em seguida, uma diminuição com a elevação da idade e após a quinta década de vida, havendo um declínio significativo dos valores^{1,8,9}. Dessa forma, os indivíduos de meia idade e idosos tornam-se mais vulneráveis a diferentes tipos de comprometimento sensorio-motor, o que pode afetar o desempenho e interferir diretamente na independência nas atividades da vida diária¹⁰.

A quantificação da FPM pode ser realizada através da medição da quantidade de força isométrica que a mão pode gerar em torno de um dinamômetro, tendo seu registro mais comumente medido em quilogramas força ou em libras⁵. A dinamometria manual é uma medida confiável, precisa e validada quando os seus procedimentos para coleta são padronizados e equipamentos calibrados são utilizados, mesmo quando realizado por avaliadores diferentes¹¹⁻¹⁴.

Diferentes tipos de equipamentos para mensurar a FPM foram desenvolvidos e são classificados em quatro categorias básicas: hidráulica, pneumático, mecânico e extensômetros¹². Desenvolvido por Bechtol, no ano de 1954, o dinamômetro *Jamar*[®] consiste em um sistema hidráulico de aferição, sendo considerado o instrumento mais aceito para avaliar a FPM, por ser relativamente simples, fornecer leitura rápida e direta, além de sua possível utilização em diferentes campos de pesquisa¹¹. Esse instrumento é recomendado pela *American Society of Hand Therapists* (ASHT), sendo considerado o 'padrão-ouro' para avaliação da FPM^{12,14,15}.

Para uma população de brasileiros ainda não se tem relatos de um ponto de corte que aponte o limite entre a normalidade e disfunção dos níveis de FPM, bem como de tabelas de classificação dos níveis de FPM para homens e mulheres nas diferentes faixas etárias¹⁶. Entretanto, o estudo de Caporrino et al.¹⁷ merece destaque, uma vez que a amostra foi composta por mulheres e homens brasileiros em diferentes faixas etárias, utilizando a metodologia preconizada pela ASHT.

É importante ressaltar que a comparação com valores de referência obtidos através de amostras de outros países pode gerar erros, uma vez que os valores diferem de

acordo com a base populacional estudada¹⁸. Neste sentido, as equações de predição da FPM podem ser um valioso instrumento para auxiliar o profissional da área da saúde na avaliação, acompanhamento, determinação de metas de tratamento e retorno das atividades laborais¹⁶.

Alguns autores em seus estudos apresentaram equações de referência de predição da FPM em diferentes populações^{1,8,19-21}, entretanto não conhecemos estudos sobre a validade preditiva dessas equações. Em pesquisa eletrônica realizada no *Medical Literature Analysis and Retrieval System on Line* (MEDLINE).MEDLINE, Literatura Latino-Americana e do Caribe e Ciências da Saúde (LILACS), e *Scientific Electronic Library* (SciELO), com os seguintes termos em português e inglês, respectivamente: "força da mão", "valores normativos", "*hand strength*" e "*normative values*". Foi encontrado o estudo de Vianna et al.⁸, onde o principal objetivo foi observar o comportamento da força de preensão manual com aumento da idade e apenas como complemento foi apresentada uma equação para predição da FPM. Outro estudo levantado foi o de Novaes et al.¹⁶ que se destaca, uma vez que o objetivo principal foi desenvolver equações de referência para predição da FPM generalistas para brasileiros de meia idade e idosos, assintomáticos.

Dessa forma, é de fundamental importância se conhecer a validade preditiva das equações, a fim de se verificar que os resultados obtidos de forma predita sejam confiáveis, minimizando-se assim possíveis erros de interpretação dos resultados. Assim, o objetivo deste estudo é verificar a validade preditiva das equações de referência para FPM em uma população de homens brasileiros assintomáticos de meia idade e idosos.

METODOLOGIA

Este estudo é de caráter transversal, onde foram selecionados por conveniência 60 homens com idade média de 58,7±8,6 anos (50–84 anos), estatura 168,7±8,0 cm (158,0–192,0 cm), massa corporal 67,9±13,0 kg (45,0–110,0) e índice de massa corporal (IMC) 23,7±4,0 kg/m² (13,7–32,8 kg/m²), residentes da cidade de Viçosa (MG), no período de fevereiro a abril de 2011. Os voluntários eram pertencentes à Associação dos Servidores Administrativos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), que após processo de divulgação, se dirigiram até o Laboratório de *Performance Humana* (LAPEH), do departamento de Educação Física da UFV, para coleta dos dados. Como critério de inclusão, os avaliados deveriam ser aposentados, apresentar idade superior a 50 anos e não

participante de programa regular de exercício físico. Os critérios de exclusão compreendiam restrição de movimento de algum dos membros superiores ou inferiores e história autorrelatada de doença articular inflamatória, distúrbio neurológico, ou qualquer tipo de anormalidade no membro superior. Não houve perda amostral.

As medidas antropométricas coletadas de cada participante foram massa corporal (kg) e altura (cm). Outros parâmetros, como idade e dominância manual, foram registrados através de questionário. Todas as medições foram realizadas em ambas as mãos, dominante e não dominante. A mão dominante foi definida como a preferencial para a realização das atividades diárias, como escrever, comer e manipular objetos pesados. Para realização do teste de FPM foi utilizado o dinamômetro hidráulico manual (*Jamar® PC5030J1, Fit Systems Inc, Calgary, Canada*).

Visando a padronização do teste, foram seguidas as seguintes recomendações. A posição do braço obedeceu às orientações da ASHT¹³, com avaliado sentado confortavelmente, posicionado com o ombro levemente aduzido, cotovelo flexionado a 90° e o antebraço e punho em posição neutra. A alça do dinamômetro foi mantida na segunda posição para todos os avaliados. Foram realizadas três tentativas máximas em cada braço de forma alternada e com duração de contração de 3 s e com período de descanso de 60 s entre as tentativas, sendo registrado para as análises o melhor resultado obtido. As instruções para realização do teste foram as seguintes: você deve apertar a manopla com a maior força possível sem que o braço ou o corpo saia da posição normal. O mesmo tom de voz foi utilizado durante as instruções e nenhum incentivo verbal foi realizado. Os resultados foram registrados em kgf.

As equações de referência para predição da FPM propostas por Novaes et al.¹⁶ em uma população de brasileiros de meia idade e idosos são apresentadas a seguir. A equação 1 determina a FPM na mão dominante (MD), já a equação 2 determina a FPM na mão não dominante (MND).

$$\text{Equação 1: } FPM\text{-MD}_{\text{kgf}} = 39,996 - (0,382 \times \text{idade}_{\text{anos}}) + (0,174 \times \text{peso}_{\text{kg}}) + (13,628 \times \text{sexo}_{\text{homens}=1; \text{mulheres}=0});$$

$$\text{Equação 2: } FPM\text{-MND}_{\text{kgf}} = 44,968 - (0,420 \times \text{idade}_{\text{anos}}) + (0,110 \times \text{peso}_{\text{kg}}) + (9,274 \times \text{sexo}_{\text{homens}=1; \text{mulheres}=0}).$$

Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados. O nível de concordância entre as variáveis principais foram analisadas pelos escores residuais Bland-Altman. Além disso, para confiabilidade dos pares de valores mensurados e preditos, foi utilizado *Cronbach's alpha* (CA)²² e o coeficiente de correlação intraclasse (CCI). A utilização dessas três abordagens segue as recomendações de Atkinson e Nevill²³, pois existem vantagens e desvantagens para cada caso. Além disso, foi calculado o erro constante (EC), erro total (ET) e erro padrão de estimativa (EPE) através das equações apresentadas abaixo. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas utilizando programa estatístico *MedCalc® 11.0* (*MedCalc Software, Mariakerke, Belgium*).

FPM_e = força de prensão manual estimada pelas equações.

FPM_m = força de prensão manual mensurada na população estudada.

$$EC = FPM_m - FPM_e.$$

$$ET = \sqrt{\sum (FPM_e - FPM_m)^2 / n}.$$

$$EPE = S \sqrt{1 - R^2}$$

Onde S é o desvio padrão e R^2 é a correlação de Pearson obtida.

Este estudo foi desenvolvido em concordância com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes (de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde), e foi aprovado pelo comitê de ética da UFV, com número de processo 409.282.60625.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores de FPM obtidos e os previstos pelas equações de predição na MD (equação 1),

Tabela 1. Valores de força de prensão manual obtidos e previstos pelas equações de predição na mão dominante (equação 1) e mão não dominante (equação 2) e os parâmetros calculados para validação preditiva das equações estudadas

Mão	Obtidos		Previstos		CA	CCI	EC (%)	ET (%)	EPE (%)
	Média	DP	Média	DP					
Dominante	40,4	9,1	43,0	4,1	0,69	0,52 (0,31-0,68)	-6,7	51,3	21,0
Não Dominante	38,6	9,9	37,1	4,0	0,59	0,42 (0,20-0,60)	3,9	30,3	24,6

DP: desvio padrão; CA: *Cronbach's alpha*; CCI: coeficiente de correlação interclasse; EC: erro constante; ET: erro total; EPE: erro padrão de estimativa

e MND (equação 2), assim como CA, CCI, EC, ET e EPE. Os valores de CA e o CCI são considerados baixos, o que indica pouca concordância entre os valores obtidos e previstos em ambas as mãos. O EC apresenta moderada variação. ET e EPE apresentam valores percentuais elevados, indicando alta variabilidade entre os valores preditos e mensurados.

As Figuras 1 e 2 representam os gráficos de Bland-Altman de concordância entre os valores de FPM obtidos e previstos na MD e MND, respectivamente. Tanto para MD como para MND pode ser verificado uma tendência de erro no modelo, devido à alta variabilidade que pode ser observada quando os valores se distanciam do zero.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar a validade preditiva de equações de referência para predição da FPM em homens brasileiros de meia idade e idosos. É notório observar que a utilização de equações para predição da FPM passa a ser importante quando não se tem disponível o equipamento considerado como 'padrão-ouro' para esta avaliação, neste caso o dinamômetro hidráulico.

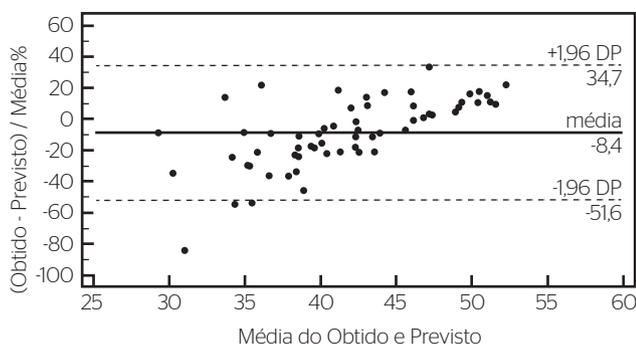


Figura 1. Concordância entre os valores de força de prensão manual obtidos e previstos na mão dominante pelo diagrama de Bland-Altman

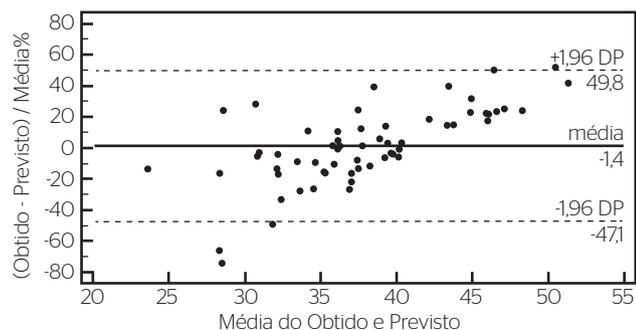


Figura 2. Concordância entre os valores de força de prensão manual obtidos e previstos na mão não dominante pelo diagrama de Bland-Altman

Assim, através do registro de medidas simples, como, por exemplo, sexo, idade, massa corporal, estatura, nível de atividade física, se pode prever, por meio de um modelo matemático, qual seria o valor da FPM de determinado indivíduo, sendo essa a principal vantagem da utilização de tais equações¹⁹. Como desvantagens, destacamos que as equações de predições estão sujeitas e erros, podendo superestimar ou subestimar os valores de FPM, principalmente quando as variáveis que compõem a regressão múltipla são medidas com ampla variação, como, por exemplo, a massa corporal e a idade presentes nas equações propostas por Novaes et al.¹⁶.

Nesse sentido, testar a validade preditiva de tais equações se faz necessário, com objetivo de verificar que os resultados obtidos de forma predita sejam confiáveis, reduzindo assim possíveis erros de interpretação dos resultados. A validade preditiva de equações tem sido alvo de diferentes estudos, como, por exemplo, para predição de uma repetição máxima no exercício supino em banco horizontal²⁴, da frequência cardíaca máxima²⁵, ou para estimar a quantidade de massa muscular esquelética em idosos²⁶. Entretanto, após processo de revisão, não encontramos estudos que tiveram como objetivo estudar a validade preditiva das equações de FPM.

Buscando levantar evidências para utilização de equações de predição na população brasileira com precisão, o presente estudo apoiou-se na proposta de FPM de Novaes et al.¹⁶. O principal atributo observado após análises de concordância e confiabilidade entre os pares de medidas (observado *versus* predito) é que tal proposta retorna valores que têm pouca concordância com os valores de FPM coletados. Isso ficou evidente pelas plotagens de Bland-Altman (Figuras 1 e 2). Segundo Bland e Altman²⁷, a análise isolada dos valores de correlação pode induzir ao erro, mesmo uma correlação forte não significa concordância. Nessa análise, é possível comparar quanto os valores mensurados se diferem ou aproximam dos valores preditos, expressando a precisão entre os valores e os limites de concordância. O diagrama de Bland-Altman mostrado na Figura 1 apresenta um erro médio (viés) de -8,4%, com intervalo de confiança de 95% variando de -51,6 até 34,7%. Já o diagrama de Bland-Altman mostrado na Figura 2 apresenta um erro médio (viés) de 1,4%, com intervalo de confiança de 95% variando de -47,1 até 49,8%, além de uma visível tendência ao erro registrada pela distribuição dos pontos nas duas figuras. Essa análise é de fundamental importância na interpretação dos resultados, uma vez que, tanto para a MD quanto para MND, a variação do limite de concordância foi muito elevada, indicando

haver baixa concordância entre os valores obtidos e os valores previstos pelas equações, confirmando o principal achado do nosso estudo que é a baixa capacidade das equações de prever resultados reais.

Resultados semelhantes foram observados quando analisamos o CA e o CCI (Tabela 1), reforçando a baixa concordância entre os valores obtidos e previstos em ambas as mãos. A somatória desses resultados concorda com o principal achado de nosso estudo, indicando a baixa validade preditiva das equações de referência para predição da FPM em homens brasileiros de meia idade e idosos propostas por Novaes et al.¹⁶, o que pode gerar erros de interpretação dos resultados quando essa é aplicada em uma população com características semelhantes ao do presente estudo.

Um importante atributo em estudos objetivando a geração de equações de predição é o coeficiente de determinação (R^2). No estudo de Novaes et al.¹⁶ foi encontrado um coeficiente de determinação de 0,67 e 0,54 para equações de predição para MD e MND, respectivamente, mostrando que as variáveis sexo, idade e massa corporal na equação de predição determinavam 67 e 54% da variabilidade na FPM, ou seja, um elevado percentual dos valores de FPM previstos por essas equações não são explicados pelas variáveis que as compõem, o que do ponto de vista prático pode gerar erros de interpretação. Outro resultado que explica nosso achado é o ET e o EPE que apresentam valores percentuais elevados, o que indica que a aplicação dessas equações de predição podem gerar erros consideráveis nos valores da FPM. Um dos fatores que podem explicar a baixa validade preditiva das equações analisadas em nosso estudo é o fato dessas apresentarem um caráter generalista, sendo proposta para brasileiros de meia idade e idosos, assintomáticos, além de mesclar a variável gênero, uma vez que as características antropométricas e anatomofisiológicas são extremamente variáveis entre homens e mulheres. Dessa forma, é mais indicado equações específicas para homens e mulheres.

Devemos considerar que as equações de referência propostas por Novaes et al.¹⁶ foram geradas a partir de um número de avaliados reduzidos, sendo 28 homens e 26 mulheres, o que pode não ser a melhor forma de gerar esse tipo de equações, podendo gerar erros na sua aplicação, como o observado no presente estudo. Outro ponto importante é que o equipamento utilizado por Novaes et al.¹⁶ foi um dinamômetro mecânico e, como relatado pelos autores, não foi encontrado na literatura nenhum estudo sobre a validade de critério desse instrumento de medida.

Já, em nosso estudo, utilizamos o ‘padrão-ouro’ para avaliação da FPM, selecionamos uma amostra que estava mais acessível, por conveniência, com objetivo de obter uma proximidade com uma situação de campo, onde as características físicas são as mais variadas possíveis; entretanto, a sua composição foi feita apenas por homens. Destacamos que esta amostra não é probabilística, o que impõe como limitação a generalização dos resultados obtidos.

Portanto, é fundamental que em estudos futuros que se pretenda desenvolver equações para predição da FPM, se crie equações específicas para homens e mulheres, crianças, adolescentes, adultos, pessoas de meia idade e idosos.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados podemos concluir que as equações de referência de predição da FPM analisadas neste estudo para uma população de homens brasileiros de meia idade e idosos apresentou baixa validade preditiva, o que pode gerar erros de interpretação dos resultados.

REFERÊNCIAS

1. Gunther CM, Burger A, Rickert M, Crispin A, Schulz CU. Grip strength in healthy caucasian adults: reference values. *J Hand Surg Am*. 2008;33(4):558-65.
2. Mitsionis G, Pakos EE, Stafilas KS, Paschos N, Papakostas T, Beris AE. Normative data on hand grip strength in a Greek adult population. *Int Orthop*. 2009;33(3):713-7.
3. Fernandes LFRM, Bertoncello D, Pinheiro NM, Drumond LC. Correlações entre força de prensão manual e variáveis antropométricas da mão de jovens adultos. *Fisioter Pesq*. 2011;18(2):151-6.
4. Soares AV, Kerscher C, Uhlig L, Domenech SC, Borges Júnior NG. Dinamometria de prensão manual como parâmetro de avaliação funcional do membro superior de pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. *Fisioter Pesq*. 2011;18(4):359-64.
5. Massy-Westropp NM, Gill TK, Taylor AW, Bohannon RW, Hill CL. Hand Grip Strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Res Notes*. 2011;14(4):127.
6. Kwan K, Lau TW, Leung F. Operative treatment of distal radial fractures with locking plate system-a prospective study. *Int Orthop*. 2011;35(3):389-94.
7. Changulani M, Okonkwo U, Keswani T, Kalairajah Y. Outcome evaluation measures for wrist and hand: which one to choose? *Int Orthop*. 2008;32(1):1-6.

8. Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CGS. Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1310-4.
9. Schlüssel MM, dos Anjos LA, de Vasconcellos MT, Kac G. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clin Nutr.* 2008;27(4):601-7.
10. Desrosiers J, Hebert R, Bravo G, Rochette A. Age-related changes in upper extremity performance of elderly people: a longitudinal study. *Exp Gerontol.* 1999;34(3):393-405.
11. Mathiowetz V. Comparison of Rolyan and Jamar dynamometers for measuring grip strength. *Occup Ther Int.* 2002;9(3):201-9.
12. Fernandes ADA, Marins JCB. Teste de força de preensão manual: análise metodológica e dados normativos em atletas. *Fisioter Mov.* 2011;24(3):567-78.
13. Bohannon RW, Peolsson A, Massy-Westropp N, Desrosiers J, Bear-Lehman J. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy.* 2006;92(1):11-5.
14. Shechtman O, Gestewitz L, Kimble C. Reliability and validity of the DynEx dynamometer. *J Hand Ther.* 2005;18(3):339-47.
15. Reis MM, Arantes PMM. Medida da força de preensão manual: validade e confiabilidade do dinamômetro saehan. *Fisioter Pesq.* 2011;18(2):176-81.
16. Novaes RD, Miranda ASD, Silva JDO, Tavares BVF, Dourado VZ. Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros de meia idade e idosos. *Fisioter Pesq.* 2009;16(3):217-22.
17. Caporrino FA, Faloppa F, Santos JB, Réssio C, Soares FH, Nakachima LR, et al. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar. *Rev Bras Ortop.* 1998;33(2):150-4.
18. Andersen-Ranberg K, Petersen I, Frederiksen H, Mackenbach J, Christensen K. Cross-national differences in grip strength among 50+ year-old Europeans: results from the SHARE study. *Eur J Ageing.* 2009;6(3):227-36.
19. Angst F, Drerup S, Werle S, Herren DB, Simmen BR, Goldhahn J. Prediction of grip and key pinch strength in 978 healthy subjects. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;94(11):1-6.
20. Kamarul T, Ahmad TS, Loh WY. A novel and improved method of predicting hand grip strength in the adult Malaysian population. *Med J Malaysia.* 2006;61(Suppl B):37-44.
21. Kamarul T, Ahmad TS, Loh WY. Hand grip strength in the adult Malaysian population. *J Orthop Surg.* 2006;14(2):172-7.
22. Streiner DL. Starting at the beginning: an introduction to coefficient alpha and internal consistency. *J Pers Assess.* 2003;80(1):99-103.
23. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.* 1998;26(4):217-38.
24. Nascimento MAD, Cyrino ES, Nakamura FY, Romanzini M, Pianca HJC, Queiróga MR. Validação da equação de Brzycki para a estimativa de 1-RM no exercício supino em banco horizontal. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(1):47-50.
25. Machado FA, Denadai BS. Validade das equações preditivas da frequência cardíaca máxima para crianças e adolescentes. *Arq Bras Cardiol.* 2011;97(2):136-40.
26. Rech CR, Dellagrana RA, Marucci MDFN, Petroski EL. Validade de equações antropométricas para estimar a massa muscular em idosos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2012;14(1):23-31.
27. Martin Bland J, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet.* 1986;327(8476):307-10.