

Relação entre a força de preensão palmar máxima e destreza dos dedos em adultos saudáveis: Implicações para a avaliação da função manual

Kauê C. de A. Lima, Roberto Q. Santos, Paulo B. de Freitas

Universidade Cruzeiro do Sul, Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte, Laboratório de Análise do Movimento (LAM), São Paulo, SP, Brasil 01506-000

Relationship between maximum grip strength and digits dexterity: Implications for hand function assessment

Abstract: Successful object manipulation is fundamental to maintaining an independent lifestyle and, as a result, several tests have been used to assess hand function. The maximum grip strength test is one of the most used, but its validity could be questioned because, among other aspects, we rarely use maximum grip strength (GS_{Max}) during daily manipulation task. Thus, the main aim of this study was to examine the relationship between GS_{Max} and the performance in a hand dexterity task. Twenty-four healthy adults (12 males) between 20 and 39 years of age performed the nine hole peg test (9-HPT) and the maximum grip strength test (Jamar[®] hydraulic hand dynamometer). The results revealed that males were stronger than females and dominant hand was stronger than non-dominant hand. Moreover, males and females had similar performance in the 9-HPT, but both groups had better performance when using their dominant hand compared to their non-dominant one. Finally, and most importantly, the results revealed that there was no significant relationship between GS_{Max} and individuals' performance in the 9-HPT. The lack of relationship between them indicates that digits dexterity assessed by 9-HPT is not dependent on maximum grip strength exerted by the hand, suggesting that the evaluation of hand function should not be only based upon the results of the maximum grip strength test. Consequently, other grip strength related measures (e.g., rate of grip force development, grip force control) should be taken into consideration for hand function assessment.

Key Words: Upper limb, evaluation, motor skill, force.

Introdução

A mão é uma das estruturas mais complexas e fascinantes do corpo humano. Seu desenho anatômico e controle neural proporcionam destreza e agilidade para a execução de movimentos refinados (Jones & Lederman, 2006) e, paralelamente, permitem o seu uso em situações que requerem o uso de toda a mão, como por exemplo, durante a manipulação de objetos grandes e pesados. Tudo isso faz com que o uso apropriado da(s) mão(s) seja fundamental para a realização de uma variedade de tarefas cotidianas e, consequentemente, para a manutenção de um estilo de vida independente.

Devido a sua importância, a função manual vem sendo alvo de diversos estudos (e.g., de Freitas, Uygur, & Jaric, 2009; Kellor, Frost, Silberberg, Iversen, & Cummings, 1971; Sandqvist, Eklund, Akesson, & Nordenskiöld, 2004; Wiesendanger & Serrien, 2001). A destreza dos dedos é um dos vários componentes importantes da função manual. Ela pode ser definida como a capacidade de

manipular objetos por meio de movimentos voluntários finos utilizando principalmente a ponta dos dedos (Backman, Cork, Gibson, & Parsons, 1992; Yancosek & Howell, 2009). Essa capacidade tem sido avaliada por vários testes padronizados que basicamente requerem a manipulação de objetos pequenos. Por exemplo, testes que envolvem colocação de pinos em buracos pequenos (e.g., Perdue pegboard test) e a colocação seguida de retirada imediata dos mesmos dos seus locais de origem (e.g. teste dos nove pinos nos buracos – 9-PnB) (Backman et al., 1992; Mathiowetz, Weber, Kashman, & Volland, 1985; Oxford Grice et al., 2003; Poole, Burtner, & Torres, 2005) têm sido amplamente utilizados para avaliação da função manual e, especificamente, da destreza dos dedos.

Outro teste comumente utilizado para avaliar a função manual é o teste de força de preensão palmar máxima, FP_{Max} (Caporrino et al., 1998; Lukashin, Amirikian, & Georgopoulos, 1996; Mathiowetz, Kashman et al., 1985; Mathiowetz, Weber, Volland, & Kashman, 1984; Moreira, Álvarez, De Godoy, & Cambraia, 2003). Apesar de

ser muito utilizado como indicativo da função manual, o teste de FP_{Max} pode ser criticado por vários motivos. Um desses motivos seria que em quase todas as tarefas manipulativas realizadas cotidianamente não é necessário o uso da força máxima. Em verdade, a utilização da FP_{Max} comprometeria a execução de diferentes tarefas que requerem controle fino dos objetos (e.g., segurar um copo com água e levá-lo até a boca, colocar uma lente de contato nos olhos, abotoar uma camisa, tocar um instrumento musical como piano ou violino). Além disso, o padrão de ativação neural (i.e., número de unidades motoras ativadas e suas frequências de disparo) dos músculos responsáveis pela produção de força máxima seria diferente do padrão de ativação neural observado durante tarefas da vida diária (c.f. Duchateau, Semmler & Enoka, 2006).

Outro aspecto importante que pode ser levantado contra a utilização da FP_{Max} é que o resultado do teste pode ser afetado pela presença de dor em indivíduos que apresentem problemas crônicos nas mãos, principalmente em sua fase aguda (e.g., artrite reumatóide, osteoartrite, artrite gotosa, fibromialgia) (Aparicio et al., 2011; Jain, Ball, Freidin, & Nanchahal, 2010; Kennedy, Jerosch-Herold, & Hickson, 2010; Slatkowsky-Christensen, Mowinckel, Loge, & Kvien, 2007). Ainda, testes que envolvem a produção de FP_{Max} poderiam ser contraindicados para pessoas com doenças que provocam fragilidade dos ossos (e.g., osteoporose), pois a produção de força em níveis máximos poderia gerar lesões ósseas e/ou musculotendíneas.

Apesar do uso frequente da variável FP_{Max} para caracterizar a função manual, ainda não se sabe se essa medida seria apropriada para descrevê-la, isto é, se a FP_{Max} seria uma medida válida para a avaliação da função manual. Assim, o objetivo desse estudo foi examinar a relação existente entre a FP_{Max} e o desempenho no teste dos 9-PnB, que avalia a destreza dos dedos, em adultos saudáveis. Baseado na premissa de que raramente realizamos FP_{Max} na execução de quase a totalidade das atividades manuais, poderíamos hipotetizar que a FP_{Max} exercida pelos indivíduos não seria significativamente correlacionada com o desempenho de uma tarefa manipulativa que exige destreza dos dedos. Um segundo objetivo do estudo foi avaliar o efeito de gênero e dominância manual nos resultados de testes de FP_{Max} e de destreza dos dedos em adultos jovens saudáveis. Baseados em resultados de estudos anteriores (Caporriño et al., 1998; Mathiowetz, Kashman et al., 1985; Moreira et al., 2003), acreditamos que os homens seriam mais fortes que as mulheres e que para ambos a mão dominante seria mais forte que a mão não dominante. Ainda, hipotetizamos que não haveria

diferença entre homens e mulheres para o desempenho no teste dos 9-PnB e que a mão dominante apresentaria melhor desempenho que a mão não dominante para o mesmo teste (Mathiowetz, Weber, Kashman, & Volland, 1985; Oxford Grice et al., 2003).

Método

Participantes

Vinte e quatro adultos saudáveis entre 20 e 39 anos, sendo 12 homens ($27,10 \pm 5,3$ anos – média \pm desvio padrão) e 12 mulheres ($27,2 \pm 6,3$ anos) participaram do estudo. A participação no estudo foi condicionada a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, entregue pelo avaliador aos participantes antes do início do experimento, conforme as Normas de Realização de Pesquisas com Seres Humanos determinadas pela resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul.

Procedimentos

Inicialmente, todos os voluntários preencheram o Inventário de Dominância Manual de Edimburgo (Oldfield, 1971) traduzido para a língua portuguesa, para que fosse determinada a preferência manual de cada indivíduo. Os resultados revelaram que todos, exceto um indivíduo do sexo masculino e um do sexo feminino, tinham como mão dominante a mão direita. Após o preenchimento do inventário os participantes realizaram dois testes comumente utilizados para avaliação da função manual, sendo um teste para avaliar a destreza dos dedos e outro para a força de preensão palmar máxima (FP_{Max}). Para avaliar a destreza dos dedos foi utilizado o teste dos nove pinos nos buracos (9-PnB, em inglês 9-hole peg test, Rolyan®). Este teste consiste em colocar nove pinos em nove buracos e retirá-los posteriormente o mais rápido possível (Mathiowetz, Weber et al., 1985; Oxford Grice et al., 2003; Poole et al., 2005). Foram realizadas três tentativas com cada uma das mãos de forma alternada (i.e., tentativa com a mão dominante seguida por tentativa com a mão não dominante e vice-versa). A variável dependente registrada nesse teste foi o tempo gasto para a execução da tarefa (colocar e retirar os todos nove pinos dos buracos) aferida por um cronômetro digital de mão (tempo em segundos). Para fins estatísticos foi utilizada a tentativa onde o participante realizou o teste em menor tempo.

Após a realização do teste dos 9-PnB, o teste de FP_{Max} foi realizado. Para a avaliação da FP_{Max} foi

utilizado um dinamômetro hidráulico de mão da marca Jamar[®] (Kellor et al., 1971; Mathiowetz, Kashman et al., 1985). Para realização do teste, cada participante foi instruído a sentar-se confortavelmente numa cadeira de forma que seus pés tocassem o chão. O membro superior testado foi posicionado com o ombro aduzido (i.e., braço posicionado ao lado do tronco) e rodado neutramente, com o cotovelo fletido e antebraço pronado a 90° e o punho em posição neutra (Harkonen, Piirtomaa, & Alaranta, 1993; Mathiowetz, Kashman et al., 1985). A parte móvel do dinamômetro foi adequadamente ajustada ao tamanho da mão de cada indivíduo e após breve familiarização com o equipamento, o participante foi instruído a realizar o máximo de força possível apertando as hastes do dinamômetro uma contra a outra durante 3 a 4 segundos e relaxar ao comando do experimentador. Foram realizadas três tentativas em cada mão de forma alternada, com um intervalo de 2 minutos entre as tentativas da mesma mão, para evitar que a fadiga muscular pudesse influenciar os resultados. A variável dependente analisada foi a FP_{Max} (em kgf) obtida na tentativa onde o maior valor foi registrado.

Análise estatística

Após confirmação da normalidade dos dados coletados, por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, análises de variância (ANOVA) para dois fatores (gênero e mão), sendo o último tratado como medida repetida, foram realizadas para testar o efeito de gênero (homens vs. mulheres) e mão (dominante vs. não dominante) para as variáveis FP_{Max} e tempo de realização do teste dos 9-PnB. Além disso, análises de correlação de Pearson foram realizadas com o intuito de verificar a relação entre os resultados do teste de FP_{Max} e de destreza manual (9-PnB). Deste modo, foram realizados quatro testes de correlação, dois para as mulheres e dois para os homens, divididos em mão dominante e não dominante. As análises foram feitas no programa estatístico SPSS (versão 10 para Windows) e o valor de alfa foi estabelecido em 0,05.

Resultados

Os valores médios e os respectivos desvios padrão das variáveis FP_{Max} e tempo de execução do teste dos 9-PnB, divididos em gênero (homem vs. mulher) e mão (dominante vs. não dominante), são apresentados na Tabela 1. Os resultados da ANOVA revelaram que a mão dominante produziu maior FP_{Max} [$F(1,22)=11,5$, $p.<0,005$, $\eta^2=0,34$] e

realizou o teste dos 9-PnB em menor tempo [$F(1,22)=11,1$, $p.<0,005$, $\eta^2=0,34$] quando comparada com a mão não dominante. Com relação ao fator gênero, ANOVAs revelaram que os homens foram mais fortes do que as mulheres [FP_{Max} : $F(1,22)=13,65$, $p.<0,005$, $\eta^2=0,38$]. Porém, não foi encontrada diferença entre homens e mulheres para o desempenho no teste dos 9-PnB [$F(1,22)=1,21$, $p.>0,05$, $\eta^2=0,05$]. Ainda, ANOVAs não revelaram qualquer interação entre gênero e mão para as duas variáveis [FP_{Max} : $F(1,22)=0,001$, $p.>0,05$, $\eta^2=0,01$; 9-PnB : $F(1,22)=0,08$, $p.>0,05$, $\eta^2=0,004$].

Tabela 1: Valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis força de preensão máxima (FP_{Max}) e tempo gasto para execução do teste dos 9-PnB realizados com mão dominante (MD) e mão não dominante (MND) por homens e mulheres.

		FP_{Max} (kgf)	Tempo (s)
Homens	MD	49,0 (\pm 8,86)	16,5 (\pm 1,93)
	MND	47,2 (\pm 7,41)	17,6 (\pm 2,49)
Mulheres	MD	37,8 (\pm 6,48)	17,2 (\pm 1,32)
	MND	36,2 (\pm 6,81)	18,5 (\pm 2,27)

A Figura 1 mostra as relações encontradas entre o desempenho no teste dos 9-PnB e a FP_{Max} , com os respectivos valores de r e p . Como pode ser confirmado nessa Figura, os resultados dos testes de correlação de Pearson não revelaram qualquer relação estatisticamente significativa entre o desempenho no teste dos 9-PnB e FP_{Max} para qualquer um dos testes de correlação realizados.

Discussão

Os resultados do presente estudo mostraram, como esperado, que os homens alcançaram níveis de força de preensão palmar máxima (FP_{Max}) maiores que as mulheres e que a mão dominante foi mais forte que a mão não dominante. Estes resultados são similares aos já reportados por outros estudos (Anakwe, Huntley, & McEachan, 2007; Caporrio et al., 1998; Mathiowetz, Kashman et al., 1985). Ainda, os resultados mostraram que, em relação ao desempenho do teste dos nove pinos nos buracos (9-PnB), homens e mulheres tiveram desempenhos similares e que a mão dominante apresentou maior destreza dos dedos que a mão não dominante como observado em outros estudos (Mathiowetz, Weber et al., 1985; Oxford Grice et al., 2003). Finalmente, e mais importante, os resultados do presente estudo indicaram a inexistência de relação entre a FP_{Max} exercida pelos participantes e o desempenho em teste de destreza

manual, especificamente no teste dos 9-PnB. Os resultados relacionados à falta de relação entre FP_{Max} e o desempenho no teste dos 9-PnB serão discutidos nos parágrafos seguintes.

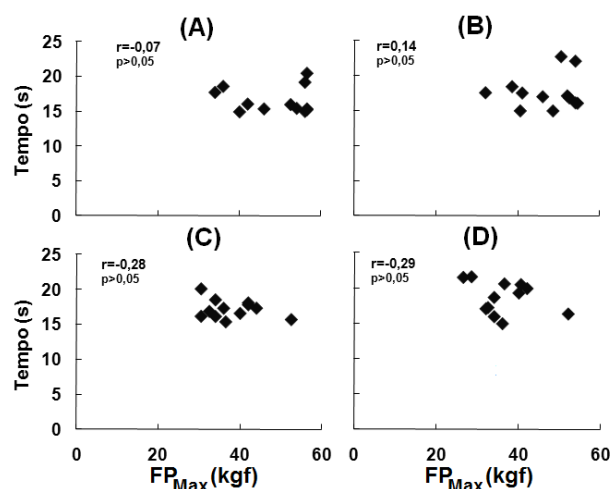


Figura 1: Diagramas com os valores da força de preensão máxima (FP_{Max}) e do tempo de execução do teste dos 9-PnB dos participantes (N=12) do gênero masculino (A-B) e feminino (C-D) realizados com a mão dominante (A-C) e não dominante (B-D). Valores de r e respectivos valores de p são também apresentados.

Devido a sua importância para a realização de atividades da vida diária, a função manual tem sido objeto de diferentes estudos. Frequentemente, encontramos estudos onde apenas a variável FP_{Max} é utilizada como meio de avaliação da função manual (Caporrino et al., 1998; Moreira et al., 2003; Schluskel, dos Anjos, de Vasconcellos, & Kac, 2008; Wimer, Dong, Welcome, Warren, & McDowell, 2009). Uma das principais razões para o uso da FP_{Max} como variável representativa da função manual seria a facilidade na aplicação do teste e medição da mesma, além da fidedignidade em relação aos resultados encontrados (Caporrino et al., 1998; Guerra & Amaral, 2009; Mathiowetz, Kashman et al., 1985; Moreira et al., 2003). Contudo, vários seriam os problemas em se utilizar a FP_{Max} como indicativo da função manual (ver introdução para maiores detalhes). O maior argumento contrário ao uso dessa variável seria que raramente utilizamos níveis de força próximos do máximo durante a realização de atividades manipulativas rotineiras. Na maioria dessas atividades, utilizamos níveis de força que são suficientes para evitar o escorregamento do mesmo e muito menores que os níveis de força que levariam a fadiga muscular precoce e/ou ao dano ou quebra do objeto (de Freitas, Krishnan, & Jaric, 2008; Westling & Johansson, 1984). O resultado do presente estudo que mostrou a ausência de qualquer

relação entre FP_{Max} e destreza dos dedos vem contribuir com a aceitação dessa idéia.

Apesar dos resultados obtidos, não podemos de modo algum afirmar que a capacidade de produzir força não seria importante na função manual (Anakwe et al., 2007; Harkonen et al., 1993; Mathiowetz, Kashman et al., 1985), questionamos apenas a validade da variável FP_{Max} como medida neuromuscular da função manual. Alternativas ao teste de FP_{Max} seriam testes que avaliam a taxa de desenvolvimento de força (Corcos, Chen, Quinn, McAuley, & Rothwell, 1996; Demura, Yamaji, Nagasawa, Minami, & Kita, 2000), a rapidez neuromuscular por meio de pulsos de força rápidos realizados em níveis submáximos de força (Freund & Büdingen, 1978; Anderson et al., 2008; Klass et al., 2008; Bellumori, Jaric & Knight, 2011) e o controle da força em níveis submáximos utilizando feedback visual (Galganski, Fuglevand, & Enoka, 1993; Slifkin & Newell, 2000). Por exemplo, a taxa de desenvolvimento de força dos músculos flexores e extensores dos dedos poderia estar associada à rapidez na abertura e fechamento da mão em tarefas que exigem destreza dos dedos (e.g., agarrar, transportar e liberar objetos em uma linha de produção) e por isso estaria diretamente relacionada ao desempenho do teste dos 9-PnB. Porém, o alcance de taxas de desenvolvimento de força máxima requer, na maioria dos casos, realização de força próxima dos níveis máximos, o que poderia inviabilizar a aplicação do teste para algumas populações (e.g., idosos com ossos frágeis, indivíduos que sofrem de artrite reumatóide, fibromialgia, esclerose múltipla, etc.). Uma alternativa seria o teste onde é solicitado ao indivíduo realizar pulsos de força o mais rápido possível em níveis muito abaixo da força máxima (e.g. 10-50% da força máxima) (c.f. Bellumori, Jaric & Knight, 2006). Por fim, o desempenho em testes que envolvam o controle de força de preensão aplicada de forma isométrica em níveis submáximos preestabelecidos (e.g., 10-50% da força máxima) poderia também apresentar relação direta com testes comumente utilizados na avaliação da função manual.

Uma das limitações deste estudo foi o número reduzido de participantes em comparação a outros estudos que avaliam força e destreza manual (Angst et al., 2010; Oxford Grice et al., 2003). Além disso, a aplicação de apenas um dos testes que avalia um componente específico da função manual (i.e., destreza dos dedos) talvez não represente de maneira global a função da mão (Mathiowetz, Weber et al., 1985; Oxford Grice et al., 2003) e a capacidade dos indivíduos em realizar tarefas manuais habituais. Estudos futuros poderiam investigar a relação da força e a função manual, por

meio da aplicação de testes mais abrangentes e mais próximos das tarefas realizadas na vida diária como, por exemplo, o teste de função manual Jebsen Taylor, já referenciado em vários estudos como sendo suficientemente capaz de avaliar a função manual de maneira ainda mais ampla (Jain et al., 2010; Jebsen, Taylor, Trieschmann, Trotter, & Howard, 1969; Sharma, Schumacher, & McLellan, 1994).

Conclusão

Os achados do presente estudo sugerem que os homens produziram mais FP_{Max} que as mulheres e que ambos apresentaram destreza manual similar. Ainda, nos dois testes os indivíduos tiveram melhor desempenho utilizando a mão dominante quando comparado à mão não dominante. Por fim, o achado mais importante desse estudo mostrou a falta de relação entre a força de preensão palmar máxima e a destreza dos dedos, o que indica que a destreza dos dedos independe da força de preensão máxima exercida pelo indivíduo. Tais achados nos permitem sugerir que os resultados obtidos em testes de força de preensão palmar máxima deveriam ser utilizados com cautela como indicativo da função manual.

Referências

- Anakwe, R. E., Huntley, J. S., & McEachan, J. E. (2007). Grip strength and forearm circumference in a healthy population. *Journal of Hand Surgery*, 32(2), 203-209.
- Angst, F., Drerup, S., Werle, S., Herren, D. B., Simmen, B. R., & Goldhahn, J. (2010). Prediction of grip and key pinch strength in 978 healthy subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11, 94.
- Aparicio, V. A., Ortega, F. B., Heredia, J. M., Baeza, A. C., Sjöström, M., & Fernandez, M. D. (2011). Handgrip Strength Test as a Complementary Tool in the Assessment of Fibromyalgia Severity in Women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 92, 83-88.
- Backman, C., Cork, S., Gibson, G., & Parsons, J. (1992). Assessment of hand function: the relationship between pegboard dexterity and applied dexterity. *Canadian Journal of Occupational Therapy* 59, 208-213.
- Bellumori, M., Jaric, S., & Knight, C. A. (2011). The rate of force development scaling factor (RFD-SF): protocol, reliability, and muscle comparisons. *Experimental Brain Research*, 212(3), 359-369.
- Caporino, F. A., Faloppa, F., Santos, J. B. G., Réssio, C., Soares, F. H. d. C., Nakachima, L. R., et al. (1998). Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 33(2), 150-154.
- Corcos, D. M., Chen, C. M., Quinn, N. P., McAuley, J., & Rothwell, J. C. (1996). Strength in Parkinson's disease: relationship to rate of force generation and clinical status. *Annals of Neurology*, 39(1), 79-88.
- de Freitas, P. B., Krishnan, V., & Jaric, S. (2008). Force coordination in object manipulation. *Journal of Human Kinetics*, 20, 37-51.
- de Freitas, P. B., Uygur, M., & Jaric, S. (2009). Grip force adaptation in manipulation activities performed under different coating and grasping conditions. *Neuroscience Letters*, 457, 16-20.
- Demura, S., Yamaji, S., Nagasawa, Y., Minami, M., & Kita, I. (2000). Examination of force-production properties during static explosive grip based on force-time curve parameters. *Perceptual and Motor Skills*, 91(3 Pt 2), 1209-1220.
- Duchateau, J., Semmler, J. G., & Enoka, R. M. (2006). Training adaptations in the behavior of human motor units. *Journal of Applied Physiology*, 101(6), 1766-1775.
- Galganski, M. E., Fuglevand, A. J., & Enoka, R. M. (1993). Reduced control of motor output in a human hand muscle of elderly subjects during submaximal contractions. *Journal of Neurophysiology*, 69(6), 2108-2115.
- Guerra, R. S., & Amaral, T. F. (2009). Comparison of hand dynamometers in elderly people. *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(10), 907-912.
- Harkonen, R., Piirtomaa, M., & Alaranta, H. (1993). Grip strength and hand position of the dynamometer in 204 Finnish adults. *Journal of Hand Surgery*, 18(1), 129-132.
- Jain, A., Ball, C., Freidin, A. J., & Nanchahal, J. (2010). Effects of extensor synovectomy and excision of the distal ulna in rheumatoid arthritis on long-term function. *Journal of Hand Surgery*, 35(9), 1442-1448.
- Jebsen, R. H., Taylor, N., Trieschmann, R. B., Trotter, M. J., & Howard, L. A. (1969). An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil*, 50(6), 311-319.
- Jones, L. A., & Lederman, S. J. (2006). Book Human Hand Function. *Oxford University Press*
- Kellor, M., Frost, J., Silberberg, N., Iversen, I., & Cummings, R. (1971). Hand Strength and Dexterity. *The American Journal of Occupational Therapy*, 25(2).
- Kennedy, D., Jerosch-Herold, C., & Hickson, M. (2010). The reliability of one vs. three trials of pain-free grip strength in subjects with rheumatoid arthritis. *Journal of Hand Therapy*, 23(4), 384-390; quiz 391.

- Lukashin, A. V., Amirikian, B. R., & Georgopoulos, A. P. (1996). Neural computations underlying the exertion of force: A model. *Biological Cybernetics*, 74, 469-478.
- Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M., & Rogers, S. (1985). Grip and pinch strength: normative data for adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 66(2), 69-74.
- Mathiowetz, V., Weber, K., Kashman, N., & Volland, G. (1985). Adult norms for the nine hole peg test of finger dexterity. *The Occupational Therapy Journal of Research*, 5(1), 24-38.
- Mathiowetz, V., Weber, K., Volland, G., & Kashman, N. (1984). Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *Journal of Hand Surgery*, 9(2), 222-226.
- Moreira, D., Alvarez, R. R. A., De Godoy, J. R., & Cambraia, A. d. N. (2003). Abordagem sobre preensão palmar utilizando o dinamômetro JAMAR®: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ciências e Movimento*, 11(2), 95-99.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Oxford Grice, K., Vogel, K. A., Le, V., Mitchell, A., Muniz, S., & Vollmer, M. A. (2003). Adult norms for a commercially available Nine Hole Peg Test for finger dexterity. *American Journal of Occupational Therapy* 57(5), 570-573.
- Poole, J. L., Burtner, P. A., & Torres, T. A. (2005). Measuring Dexterity in Children Using the Nine-hole Peg Test. *Journal of Hand Therapy*, 18, 348-351.
- Sandqvist, G., Eklund, M., Akesson, A., & Nordenskiöld, U. (2004). Daily activities and hand function in women with scleroderma. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 33(2), 102-107.
- Schlüssel, M. M., dos Anjos, L. A., de Vasconcellos, M. T., & Kac, G. (2008). Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clinical Nutrition*, 27(4), 601-607.
- Sharma, S., Schumacher, H. R., Jr., & McLellan, A. T. (1994). Evaluation of the Jebsen hand function test for use in patients with rheumatoid arthritis [corrected]. *Arthritis Care & Research* 7(1), 16-19.
- Slatkowsky-Christensen, B., Mowinckel, P., Loge, J. H., & Kvien, T. K. (2007). Health-related quality of life in women with symptomatic hand osteoarthritis: a comparison with rheumatoid arthritis patients, healthy controls, and normative data. *Arthritis and Rheumatism*, 57(8), 1404-1409.
- Slifkin, A. B., & Newell, K. M. (2000). Variability and noise in continuous force production. *Journal of Motor Behavior*, 32(2), 141-150.
- Westling, G., & Johansson, R. S. (1984). Factors influencing the force control during precision grip. *Experimental Brain Research*, 53(2), 277-284.
- Wiesendanger, M., & Serrien, D. J. (2001). Neurological problems affecting hand dexterity. *Brain Research*, 36(2-3), 161-168.
- Wimer, B., Dong, R. G., Welcome, D. E., Warren, C., & McDowell, T. W. (2009). Development of a new dynamometer for measuring grip strength applied on a cylindrical handle. *Medical Engineering & Physics*, 31(6), 695-704.
- Yancosek, K. E., & Howell, D. (2009). A narrative review of dexterity assessments. *Journal of Hand Therapy*, 22(3), 258-269; quiz 270.

Agradecimentos:

Os autores são gratos ao suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo FAPESP (Processo #2010/02939-4). RQ Santos agradece à Universidade Cruzeiro do Sul pela bolsa de iniciação científica.

Endereço para correspondência:

Paulo Barbosa de Freitas Júnior
Rua Galvão Bueno, 868, Bloco B, 13º Andar, Sala 1301
Liberdade, São Paulo, SP
01506-000
e-mail: defreitaspb@gmail.com

Submetido: 13/05/2011

Revisado: 15/09/2011

Aceito: 15/10/2011