

Capacidade de produção de força de preensão isométrica máxima em mulheres com artrite reumatoide: um estudo piloto

Production capacity of maximal isometric grip strength in women with rheumatoid arthritis: a pilot study

Capacidad de producción de fuerza de prensión isométrica máxima en mujeres con artritis reumatoide: una investigación experimental

Rodrigo da Rosa Iop¹, Ana Paula Shiratori¹, Luciana Ferreira², Noé Gomes Borges Júnior³, Susana Cristina Domenech⁴, Monique da Silva Gevaerd⁴

RESUMO | O objetivo deste estudo foi verificar a capacidade de produção de força de preensão manual máxima (FPM_{max}) em mulheres com artrite reumatoide (AR) e sua relação com a atividade da doença. Foram selecionadas nove mulheres com AR e dez mulheres saudáveis. Foram registrados dados demográficos de ambos os grupos, além de características clínicas das mulheres com AR. A determinação do nível da atividade da doença foi conduzida pelo protocolo *Disease Activity Score* (DAS-28) por meio da Proteína C-Reativa (PCR). Para aquisição da FPM_{max}, foi utilizado o dinamômetro do tipo extensômetro. Os resultados demonstraram diferença significativa da FPM_{max} entre as participantes (Artrite e Controle: 129,41±52,10 e 192,46±38,98 N). Em relação à dominância, as mulheres com AR não apresentaram diferença significativa na FPM_{max}. Os resultados obtidos da FPM_{max} para a mão dominante evidenciaram uma forte relação linear com a PCR (r=0,751). Também se constatou uma moderada relação não linear da FPM_{max} para a mão dominante e não-dominante com o número de articulações dolorosas e edemaciadas. Assim, fica evidente que mulheres com AR apresentam redução na capacidade de produzir a FPM_{max} independente da dominância, além do que este estudo demonstrou a relação direta que existe entre a FPM_{max} e o nível de atividade da doença.

Descritores | Artrite Reumatoide; Dinamômetro de Força Muscular; Proteína C-Reativa.

ABSTRACT | The aim of this study was to verify the capacity of maximum handgrip strength (HGS_{max}) in women with rheumatoid arthritis (RA) and its relationship with disease activity. Nine women with RA and ten healthy women were selected. The demographics data were recorded of both groups, and clinical characteristics of women with RA. The level of disease activity was evaluated by the protocol *Disease Activity Score* (DAS-28) using C-Reactive Protein (CRP). To measure the HGS_{max} was used an extensometer dynamometer. The results showed a statistically significant difference of HGS_{max} between the participants (Arthritis and Control: 129.41±52.10 e 192.46±38.98 N). In relation to dominance, women with RA showed no significant difference in HGS_{max}. The results of HGS_{max} for the dominant hand showed a strong linear relationship with the CRP (r=0.751). It also noted that was a moderate non-linear relation of HGS_{max} for the dominant hand and non-dominant with the number of tender and swollen joints. Thus, it is clear that women with RA have reduced ability to produce HGS_{max} independent of dominance, in

Estudo desenvolvido no Laboratório de Análises Multissetorial (MULTILAB) do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis (SC), Brasil.

¹Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis (SC), Brasil.

²Mestre em Ciências do Movimento Humano. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis (SC), Brasil.

³Phd. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis (SC), Brasil.

⁴Doutoras. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis (SC), Brasil.

Endereço para correspondência: Monique da Silva Gevaerd - R. Pascoal Simone, 358 - Coqueiros - CEP 88080-350 - Florianópolis (SC), Brasil -

E-mail: moniquegevaerd@yahoo.com.br

Apresentação: set. 2014 - Aceito para publicação: dez. 2014 - Fonte de financiamento: Nenhuma - Conflito de interesses: nada a declarar.

addition, this study demonstrated the direct relationship that exists between HGS_{max} and the level of disease activity.

Keywords | Arthritis; Rheumatoid; Muscle Strength Dynamometer, C-Reactive Protein.

RESUMEN | Este artículo tuvo como objetivo verificar la capacidad de producción de fuerza de prensión manual máxima (FPM_{max}) en mujeres con artritis reumatoide (AR) y su relación con la actividad de la enfermedad. Han sido elegidas nueve mujeres con AR y diez saludables. Se han registrado datos demográficos de los dos grupos, además de las características clínicas de las mujeres con AR. La determinación del nivel de actividad de la enfermedad se realizó por el protocolo *Disease Activity Score* (DAS-28) a través de la Proteína C-Reactiva (PCR). Para la adquisición de la FPM_{max} se utilizó el dinamómetro de tipo

extensómetro. Los resultados muestran una diferencia significativa de la FPM_{max} entre los participantes (Artritis y Control: $129,41 \pm 52,10$ e $192,46 \pm 38,98$ N). Con respecto a la dominación, las mujeres con AR no presentaron diferencias significativas en la FPM_{max} . Se obtuvo resultados para la mano dominante en el cual mostró una fuerte relación lineal con la PCR ($r=0,751$). También se comprobó una moderada relación no lineal de la FPM_{max} para la mano dominante y la no dominante con el número de articulaciones dolorosas e inflamadas. De esta manera, resulta evidente que las mujeres con AR presentan reducción en la capacidad de producción de la FPM_{max} independiente de la dominancia, además de mostrar a través de esta investigación la relación directa entre la FPM_{max} y el nivel de actividad de la enfermedad.

Palabras clave | Artritis Reumatoide; Dinamómetro de Fuerza Muscular; Proteína C-Reactiva.

INTRODUÇÃO

A artrite reumatoide (AR) é uma doença inflamatória crônica, associada a déficits funcionais em decorrência das lesões articulares^{1,2}, que afetam principalmente as articulações das mãos^{3,4}.

Uma medida comumente utilizada para a avaliação da funcionalidade, em pacientes com AR, é o teste de força de prensão manual (FPM)⁵, que constitui um marcador eficaz para estabelecer o nível de disfunção em indivíduos com AR^{6,7}. O teste fornece uma avaliação quantitativa que se relaciona com a funcionalidade, pois a capacidade de prensão desempenha um papel importante na exploração e manipulação de objetos, bem como contribui para as funções de membros superiores e tronco vinculadas às atividades do cotidiano^{8,9}.

No âmbito clínico, a FPM apresenta diversas finalidades, sendo recomendada para auxiliar no diagnóstico, na avaliação e comparação de técnicas cirúrgicas, bem como no registro durante o processo de reabilitação e na resposta ao tratamento^{10,11}.

Embora alguns estudos já tenham verificado a redução da $FPM^{12,13}$, o mecanismo que causa a perda funcional ainda é pouco compreendido¹⁴. As restrições funcionais na AR podem estar relacionadas à característica progressiva e sistêmica da doença, principalmente ao efeito do processo inflamatório que acarreta em lesões articulares¹⁵. Alguns estudos têm verificado relação entre a FPM e o nível de atividade da doença por meio do DAS-28^{16,17}. Neste sentido, a avaliação do nível de

atividade da doença fornece evidência objetiva do processo inflamatório¹⁸, contribuindo para a compreensão da influência do processo inflamatório na redução da FPM em indivíduos com AR.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo verificar a capacidade de produção de força de prensão manual máxima (FPM_{max}) em mulheres com AR e sua relação com atividade da doença.

METODOLOGIA

Participantes do estudo

Foram selecionadas, por conveniência, nove mulheres com AR (grupo artrite = GA) e dez mulheres saudáveis (grupo controle = GC), pareadas por idade (± 2 anos). O GA foi encaminhado por reumatologistas, seguindo os critérios de classificação da *American College of Rheumatology*¹⁹, e todas apresentavam artrite ativa ($DAS-28 \geq 2,6$)²⁰. Foram excluídas do estudo participantes com outras doenças imunes, deficiência cognitiva, sensorial ou física de membros superiores, cegueira, uso de estrogênios, antibióticos ou de anticonvulsivantes, fumantes ativas e gestantes.

Exames clínicos

As participantes preencheram uma ficha padronizada, para registro de dados demográficos de ambos os

grupos, além de características clínicas das mulheres com AR.

A determinação do nível da atividade da doença foi conduzida por meio do protocolo *Disease Activity Score* (DAS-28), onde contou-se o número de articulações doloridas (NAD) e edemaciadas (NAE) (ombros, cotovelos, punhos, metacarpofalangeanas, interfalangeanas proximais e joelhos) bilateralmente. Também verificou-se a percepção do paciente com relação ao seu estado de saúde (EGS), utilizando uma escala unidimensional com marca de 0-100mm²¹. Somado aos parâmetros anteriores, utilizou-se o valor da dosagem sérica de Proteína C-Reativa (PCR), para a realização do cálculo final do DAS-28²². O escore final do DAS-28 varia de 0 a 10²³ e quanto maior o valor, maior o nível de atividade da doença.

A concentração sérica de PCR foi determinada por método turbidimétrico, utilizando kit PCR turbiláxex (Biotécnica) e um Espectrofotômetro (BTLyzer 100[®]), a um comprimento de onda 540nm. Os valores foram expressos em mg/L, sendo considerados normais valores até 6mg/L.

A determinação da dominância manual foi efetuada com o inventário de Edinburgh^{24,25}.

Para aquisição da FPM_{max}, foi utilizado o dinamômetro do tipo extensômetro. O componente do dinamômetro responsável por mensurar a força é uma célula de carga em S modificada, com quatro *strain gauges* (Kyowa, Japão). O dinamômetro possui limite de carga de 1000N (newtons) e um excelente coeficiente de linearidade ($r^2=0,9999$)²⁶.

Procedimento de coleta da FPM_{max}

Inicialmente foi feita a medição do tamanho da mão para o cálculo da empunhadura do dinamômetro, de forma individualizada, conforme descrito por Ruiz-Ruiz²⁷. Para a realização do teste foram adotadas as diretrizes da *American Society of Hand Therapists*²⁸. O início e o final do teste foram determinados por feedback visual, onde as participantes visualizavam na tela do computador o comando “pressione” e executavam uma contração voluntária máxima durante 10 segundos, conforme protocolo de Ronningen e Kjejen²⁹. Foram realizadas três repetições em cada mão, de maneira alternada, iniciando pela mão dominante²⁸. O intervalo de tempo entre as repetições foi de 1 minuto, baseado no protocolo de Ikemoto, et al.³⁰.

Processamento dos dados da FPM_{max}

Os dados foram processados por meio de uma rotina específica, programada no *Software Scilab v.4.1.2* (INRIA, ENPS, França), que fornecia a média das três curvas de força máxima³¹. A FPM_{max} foi definida como o valor mais elevado da curva força vs tempo³². Os sinais obtidos foram gravados em um disco rígido e filtrados utilizando um filtro passa baixa de primeira ordem com frequência de corte de 25Hz.

Análise estatística

A caracterização do GA foi feita por estatística descritiva, empregando distribuições de frequência relativa nas variáveis categóricas e média e desvio-padrão para as variáveis contínuas.

Para determinar a diferença da FPM_{max} entre GA e GC, foi realizado o teste t independente. Para identificar diferenças nos grupos em função da dominância, foi realizado o Teste t pareado. Por fim, foi feito o teste de correlação de Pearson entre a FPM_{max} vs DAS-28, EGS e PCR. A relação entre a FPM_{max}, NAD e NAE foi verificada pelo teste de Spearman.

As análises foram feitas no *Software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS - Versão 20.0), adotando o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foram avaliadas 19 mulheres, sendo 9 do GA, e 10 do GC, com média de idade de 56,31 anos. Dentre as características clínicas do GA, verificou-se que todas as participantes estavam com artrite ativa, apresentavam fator reumatoide positivo e tinham a dor como queixa principal (Tabela 1).

Tabela 1. Características clínicas das participantes do GA (n=9)

Variáveis	Média±DP ou Frequência (%)
Idade (anos)	56,66±11,81
Diagnóstico (anos)	9,77±6,70
Queixa principal	
Dor	88,90
Rigidez articular	11,10
DAS28	5,04±1,00
PCR (mg/L)	3,78±3,11
Fator Reumatoide	
Positivo	77,80
Negativo	22,20

Na avaliação da FPM_{max} observou-se diferença estatisticamente significativa entre o GA e GC em ambas as mãos. A FPM_{max} do GA foi de $129,41 \pm 52,10N$, já para o GC foi de $192,46 \pm 38,98N$ (Gráfico 1). Em relação à dominância, as mulheres do GA não apresentaram diferença significativa na FPM_{max} . Já no GC, foi encontrado diferença significativa para a FPM_{max} , em relação à dominância (Gráfico 1).

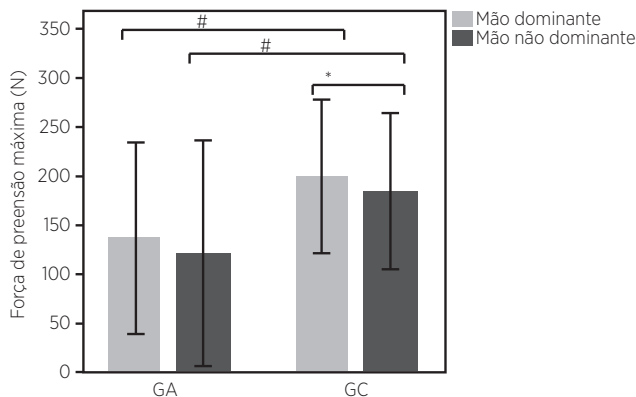


Gráfico 1. Força de prensão manual isométrica máxima da mão dominante e não dominante dos grupos do GA e GC
 # Significa $p < 0,05$ na comparação entre o GA e o GC. Teste t de Student independente.
 * Significa $p < 0,05$ na comparação entre mão dominante e não dominante no grupo GC. Teste t de Student pareado

A partir dos testes de correlação, em ambas as mãos a FPM_{max} não apresentou relação linear com o escore total do DAS-28. Entretanto, os resultados da FPM_{max} para a mão dominante evidenciaram moderada relação linear com EGS e uma forte relação linear com a PCR. Já para a mão não-dominante, foi confirmada uma forte relação linear entre a FPM_{max} e o EGS, enquanto que com a PCR não foi acusada relação linear significativa. Também constatou-se uma moderada relação não linear da FPM_{max} para a mão dominante e não-dominante com o NAD e NAE (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Os resultados de FPM_{max} obtidos, corroboram com dados publicados, reforçando que mulheres com AR

possuem menor FPM_{max} em comparação com mulheres saudáveis³³⁻³⁶.

Quanto à diferença da FPM_{max} em relação à dominância, os dados da literatura são controversos. Fraser, et al.³⁷ verificaram que a mão dominante de pacientes com AR foi em média 20% mais fraca do que a mão contralateral. Já nos indivíduos saudáveis, a mão dominante foi mais forte do que a mão não dominante. Outro estudo³⁸ verificou que a mão dominante de indivíduos com AR apresentou maior FPM_{max} . Devido a esta falta de coerência, é difícil tirar conclusões sobre a influência da dominância na força de prensão³⁹.

Na avaliação da relação da FPM_{max} com os parâmetro de atividade da doença, tem sido descrito que a FPM_{max} apresenta boa associação com esta variável⁴⁰. Nesse sentido, Dedeoglu, et al.⁴¹ encontraram uma correlação negativa entre a FPM_{max} e o DAS28. Esta relação foi reforçada por West e Wallber-Jonsson⁴², em estudo longitudinal, no qual foi observada uma relação negativa entre a FPM_{max} com o DAS28 e a PCR. Arvidson, et al.^{43,44} também demonstraram associação negativa entre a PCR e a FPM_{max} . No presente estudo, apesar de não ter sido verificada correlação entre a FPM_{max} e o escore total do DAS28, foi encontrada correlação negativa com NAD, NAE e EGS e uma correlação positiva com a PCR.

A PCR pode servir como um marcador de regulação da via inflamatória e outros marcadores de inflamação⁴⁵. A atividade da doença possui um papel importante no mecanismo que contribui para o comprometimento físico e funcional nos pacientes com AR⁴⁶. A associação entre os parâmetros da atividade da doença e a FPM_{max} sugere que o processo inflamatório pode agir no músculo como mediadores catabólicos⁴⁷.

Häkkinen, et al.⁴⁸ acreditam que a diminuição da força está relacionada ao processo inflamatório, que consequentemente leva ao desuso do membro afetado, acarretando em alterações funcionais e estruturais vinculadas ao sistema neuromuscular, como a diminuição da ativação neural voluntária e atrofia muscular. A inflamação é um dos primeiros sinais relacionado à destruição articular, frouxidão ligamentar e desequilíbrio na função muscular na AR. A progressão deste

Tabela 2. Relação entre a FPM_{max} da mão dominante e não-dominante com os parâmetros de atividade da doença no GA

FPM_{max}	NAD	NAE	EGS	PCR	DAS28
Dominante	rho=-0,542* p=0,00	rho=-0,537* p=0,00	r=-0,527** p=0,01	r=0,751** p=0,01	r=0,336 p=0,18
Não-Dominante	rho=-0,528* p=0,01	rho=-0,435* p=0,03	r=-0,681** p=0,00	r=0,533 p=0,07	r=0,000 p=0,50

* Significa $p < 0,05$ na Correlação de Spearman's (rho); ** Significa $p < 0,05$ na Correlação de Pearson (r), ($p < 0,05$). NAD: número de articulações dolorosas; NAE: número de articulações edemaciadas; EGS: estado geral de saúde

processo patológico pode gerar graves deformidades, acarretando em significativas limitações funcionais⁴⁹.

Outro mecanismo decorrente da inflamação que contribui para a perda do comando motor, para atrofia e fraqueza muscular, é a dor⁵⁰. O processo que desencadeia a dor na AR relaciona-se com a sensibilização periférica, onde os nervos aferentes se tornam hipersensíveis ao movimento^{51,52}. Considerando que a dor foi a principal queixa clínica mencionada pelos pacientes, bem como que foi verificada correlação negativa entre FPM_{max} e NAD, estes dados reforçam o envolvimento do processo inflamatório na redução da FPM_{max} de indivíduos com AR.

Contudo, salientamos que o número reduzido de indivíduos avaliados, onde a seleção das participantes ocorreu por conveniência, bem como a ausência de exame radiológico para determinar o estado da doença, representam uma limitação do estudo, prejudicando a generalização dos resultados obtidos. Tais limitações ocorreram em virtude da dificuldade de conseguirmos pacientes com AR que se disponibilizassem a ir até o laboratório para participar do estudo, bem como da ausência de financiamento para a realização de exames radiológicos. Apesar de preliminares, consideramos estes dados importantes para a caracterização da FPM dos pacientes com AR, participantes dos estudos desenvolvidos em nosso laboratório. Por fim, reconhecemos que novos trabalhos devem ser realizados com um número maior de sujeitos e para estudar e caracterizar a relação entre a FPM e o nível de atividade da doença. Estas informações contribuirão para melhorar a qualidade de vida desses indivíduos, ressaltada a importância e relevância do tratamento multidisciplinar, conduzindo a uma melhor gestão e terapêutica da patologia.

CONCLUSÃO

Verificou-se que mulheres com AR apresentam redução na capacidade de produzir a FPM_{max} independente da dominância. Adicionalmente, demonstrou-se que existe relação direta entre a FPM_{max} e os parâmetros determinantes do nível de atividade da doença.

REFERÊNCIAS

- Oken O, Batur G, Gunduz R, Yorgancioglu RZ. Factors associated with functional disability in patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int*. 2008;29(2):163-6.
- Eurenius E, Stenström CH. Physical activity, physical fitness, and general health perception among individuals with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum*. 2005;53(1):48-55.
- Watanabe K, Tsubota S, Chin G, Aoki M. Differences in parameters of the explosive grip force test between young and older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011;66(5):554-8.
- Bodur H, Yilmaz O, Keskin D. Hand disability and related variables in patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int*. 2006;26(6):541-4.
- Ferraz MB, Ciconelli RM, Araujo PMP, Oliveira LM, Atra E. The effect of elbow flexion and time of assessment on the measurement of grip strength in rheumatoid-arthritis. *J Hand Surg Am*. 1992;17A(6):1099-103.
- Thyberg I, Hass UA, Nordenskiöld U, Gerdle B, Skogh T. Activity limitation in rheumatoid arthritis correlates with reduced grip force regardless of sex: the Swedish TIRA project. *Arthritis Rheum*. 2005;53(6):886-96.
- Adams J, Burridge J, Mullee M, Hammond A, Cooper C. Correlation between upper limb functional ability and structural hand impairment in an early rheumatoid population. *Clin Rehabil*. 2004;18(4):405-13.
- Hoenig H, Groff G, Pratt K, Goldberg E, Franck W. A randomized controlled trial of home exercise on the rheumatoid hand. *J Rheumatol*. 1993;20(5):785-9.
- Haidar SG, Kumar D, Bassi RS, Deshmukh SC. Average versus maximum grip strength: which is more consistent? *J Hand Surg Br*. 2004;29(1):82-4.
- Rosén B. Recovery of sensory and motor function after nerve repair. A rationale for evaluation. *J Hand Ther*. 1996;9(4):315-27.
- MacDermid JC, Kramer JF, Woodbury MG, McFarlane RM, Roth JH. Interrater reliability of pinch and grip strength measurements in patients with cumulative trauma disorders. *J Hand Ther*. 1994;7(1):10-4.
- Hakkinen A, Kautiainen H, Hannonen P, Ylinen J, Makinen H, Sokka T. Muscle strength, pain, and disease activity explain individual subdimensions of the Health Assessment Questionnaire disability index, especially in women with rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis*. 2006;65(1):30-4.
- Alomari MA, Keewan EF, Shammaa RA, Alawneh K, Khatib SY, Welsch AA. Vascular function and handgrip strength in rheumatoid arthritis patients. *Sci World J*. 2012;2012.
- Rajagopalan A, Burne JA. Stretch reflexes and joint dynamics in rheumatoid arthritis. *Exp Brain Res*. 2010;201(1):37-45.
- Pollard L, Choy EH, Scott DL. The consequences of rheumatoid arthritis: quality of life measures in the individual patient. *Clin Exp Rheumatol*. 2005;23(5 Suppl 39):S43-52.
- Targonska-Stepniak B, Majdan M. Associations between parameters of nutritional status and disease activity in patients with rheumatoid arthritis. *Pol Arch Med Wewn*. 2011;121(4):122-8.
- Dogu B, Kuran B, Yilmaz F, Usen A, Sirzai H. Is hand bone mineral density a marker for hand function in patients with established rheumatoid arthritis? The correlation among bone mineral density of the hand, radiological findings and hand function. *Clin Rheumatol*. 2013.
- Fransen J, Van Riel PL. Outcome measures in inflammatory rheumatic diseases. *Arthritis Res Ther*. 2009;11(5):244.
- Arnett FC, Edworthy SM, Bloch DA, McShane DJ, Fries JF, Cooper NS, et al. The American rheumatism association 1987 revised criteria for the classification of rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum*. 1988;31(3):315-24.
- Prevoo MLL, Vanthof MA, Kuper HH, Vanleeuwen MA, Vandeputte LBA, Vanriel P. Modified disease-activity scores that include 28-joint counts - development and validation in a prospective

- longitudinal-study of patients with rheumatoid-arthritis. *Arthritis Rheum.* 1995;38(1):44-8.
21. Pincus T, Sokka T. Quantitative measures for assessing rheumatoid arthritis in clinical trials and clinical care. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2003;17(5):753-81.
 22. Inoue E, Yamanaka H, Hara M, Tomatsu T, Kamatani N. Comparison of Disease Activity Score (DAS)28- erythrocyte sedimentation rate and DAS28- C-reactive protein threshold values. *Ann Rheum Dis.* 2007;66(3):407-9.
 23. Fransen J, Van Riel PL. DAS remission cut points. *Clin Exp Rheumatol.* 2006;24(6 Suppl 43):S-29-32.
 24. Brito G, Brito L, Paumgartten F, Lins M. Lateral preferences in brazilian adults: An analysis with the Edinburgh Inventory. *CORTEX.* 1989;25(3):403-15.
 25. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971;9(1):97-113.
 26. Borges NGJ, Domenech SC, da Silva ACK, Dias JA. Estudo comparativo da força de preensão isométrica máxima em diferentes modalidades esportivas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2009;11(3):292-8.
 27. Ruiz-Ruiz J, Mesa JL, Gutiérrez A, Castillo MJ. Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *J Hand Surg Am.* 2002;27(5):897-901.
 28. Fess EE. Grip strenght. In: Casanova JS, editor. *Clinical assessment recommendations.* Chicago: American Society of Hand Therapists; 1992. p. 41-5.
 29. Ronningen A, Kjeven I. Effect of an intensive hand exercise programme in patients with rheumatoid arthritis. *Scand J Occup Ther.* 2008;15(3):173-83.
 30. Trossman PB, Li P-W. The effect of the duration of intertrial rest periods on isometric grip strength performance in young adults. *Occup Ther J Res.* 1989;9(6):362-73.
 31. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg Am.* 1984;9(2):222-6.
 32. Ikemoto Y, Demura S, Yamaji S, Minami M, Nakada M, Uchiama M. Force-time parameters during explosive isometric grip correlate with muscle power. *Sport Sci Healt.* 2007;2(2):64-70.
 33. Nordenskiöld UM, Grimby G. Grip force in patients with rheumatoid arthritis and fibromyalgia and in healthy subjects: a study with the Grippit instrument. *Scand J Rheumatol.* 1993;22(1):14-9.
 34. Bjork MA, Thyberg ISM, Skogh T, Gerdle BUC. Hand function and activity limitation according to health assessment questionnaire in patients with rheumatoid arthritis and healthy referents: 5-year followup of predictors of activity limitation (the Swedish TIRA project). *J Rheumatol.* 2007;34(2):296-302.
 35. Brorsson S, Nilsson A, Pedersen E, Bremander A, Thorstensson C. Relationship between finger flexion and extension force in healthy women and women with rheumatoid arthritis. *J Rehabil Med.* 2012;44(7):605-8.
 36. Speed CA, Campbell R. Mechanisms of strength gain in a hand-grip exercise programme in rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int.* 2012;32(1):159-63.
 37. Fraser A, Vallow J, Preston A, Cooper RG. Predicting 'normal' grip strength for rheumatoid arthritis patients. *Rheumatology.* 1999;38(6):521-8.
 38. Nordenskiöld U, Grimby G. Assessments of disability in women with rheumatoid arthritis in relation to grip force and pain. *Disabil Rehabil.* 1997;19(1):13-9.
 39. Andria G, Attivissimo F, Giaquinto N, Lanzolla AML, Quagliarella L, Sasanelli N. Functional evaluation of handgrip signals for parkinsonian patients. *IEEE Trans Instrum Meas.* 2006;55(5):1467-73.
 40. Myers DB, Grennan DM, Palmer DG. Hand grip function in patients with rheumatoid arthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1980;61(8):369-73.
 41. Dedeoglu M, Gafuroglu U, Yilmaz O, Bodur H. The relationship between hand grip and pinch strengths and disease activity, articular damage, pain, and disability in patients with rheumatoid arthritis. *Turk J Rheumatol.* 2013;28(2):69-77.
 42. West E, Wällberg-Jonsson S. Health-related quality of life in Swedish men and women with early rheumatoid arthritis. *Gend Med.* 2009;6(4):544-54.
 43. Arvidson NG, Larsson A, Larsen A. Simple function tests, but not the modified HAQ, correlate with radiological joint damage in rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol.* 2002;31(3):146-50.
 44. Cesari M, Penninx BW, Pahor M, Lauretani F, Corsi AM, Williams GR, et al. Inflammatory markers and physical performance in older persons: the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004;59(3):242-8.
 45. Stenholm S, Rantanen T, Heliövaara M, Koskinen S. The mediating role of C-reactive protein and handgrip strength between obesity and walking limitation. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56(3):462-9.
 46. Stucki G, Brühlmann P, Stucki S, Michel BA. Isometric muscle strength is an indicator of self-reported physical functional disability in patients with rheumatoid arthritis. *Br J Rheumatol.* 1998;37(6):643-8.
 47. Roubenoff R, Roubenoff RA, Ward LM, Holland SM, Hellmann DB. Rheumatoid cachexia: depletion of lean body mass in rheumatoid arthritis. Possible association with tumor necrosis factor. *J Rheumatol.* 1992;19(10):1505-10.
 48. Häkkinen A, Hannonen P, Häkkinen K. Muscle strength in healthy people and in patients suffering from recent-onset inflammatory arthritis. *Br J Rheumatol.* 1995;34(4):355-60.
 49. Boutry N, Larde A, Lapegue F, Solau-Gervais E, Flipo RM, Cotten A. Magnetic resonance imaging appearance of the hands and feet in patients with early rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 2003;30(4):671-9.
 50. Riley J, Boulis NM. Molecular mechanisms of pain: a basis for chronic pain and therapeutic approaches based on the cell and the gene. *Clin Neurosurg.* 2006;53:77-97.
 51. Coggeshall RE, Hong KA, Langford LA, Schaible HG, Schmidt RF. Discharge characteristics of fine medial articular afferents at rest and during passive movements of inflamed knee joints. *Brain Res.* 1983;272(1):185-8.
 52. Schaible HG, Schmidt RF. Time course of mechanosensitivity changes in articular afferents during a developing experimental arthritis. *J Neurophysiol.* 1988;60(6):2180-95.