

# Avaliação da função manual e da força de preensão palmar máxima em indivíduos com diabetes mellitus

*Hand function and power grip strength assessment in individuals with diabetes mellitus*

Kauê Carvalho de Almeida Lima<sup>1</sup>, Paulo Barbosa de Freitas<sup>2</sup>

**RESUMO** | O sucesso na realização de atividades manipulativas é crucial para um estilo independente. Como os diabéticos podem apresentar alterações sensoriais nas mãos, podem demonstrar alterações funcionais em tarefas manipulativas. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar o desempenho de indivíduos diabéticos não neuropatas com o de não diabéticos em tarefas manipulativas e na capacidade de geração de força de preensão palmar máxima. Treze diabéticos sem diagnóstico de neuropatia (48,6±11,51 anos; 79,9±10,88 kg; 1,68±0,09 m) e 13 controles pareados por sexo e idade (48,5±10,09 anos; 76,44±11,79 kg; 1,69±0,1 m) participaram do estudo. A sensibilidade das mãos foi avaliada por meio do *kit* de monofilamentos Semmes-Weinstein e, em seguida, foram aplicados três testes comumente utilizados para avaliação da função manual na seguinte ordem: teste de função manual Jebsen Taylor (TFMJT), teste dos nove pinos nos buracos (9-PnB) e teste de força de preensão palmar máxima (FPmax). Os resultados do teste de sensibilidade cutânea indicaram que oito diabéticos apresentaram sensibilidade cutânea normal e cinco, alguma alteração sensorial detectável pelo monofilamento, a qual, no entanto, não os caracterizavam como neuropatas. Com relação aos testes funcionais, os resultados não indicaram qualquer diferença entre os grupos para os desempenhos nos três testes realizados (diabéticos e controles - TFMJT: 26,15±3,06 e 25,78±1,29 s; 9-PnB: 15,33±1,35 e 15,48±2,39 s; FPmax: 41,15±10,59 e 43,69±12,59 kgf). Assim, podemos concluir que indivíduos diabéticos sem neuropatia diabética periférica não apresentam qualquer alteração funcional nos membros superiores e na capacidade de gerar força de preensão palmar máxima.

**Descritores** | mão; avaliação; destreza motora; diabetes mellitus.

**ABSTRACT** | A successful object manipulation is crucial for living an independent life. As diabetic individuals could present sensory deficits in their hands, they could decrease functional performance in tasks involving object manipulation. The aim of the study was to compare the performance of diabetic individual without diagnosis of neuropathy with non-diabetic healthy individuals in manipulation task and their maximum power grip strength. Thirteen diabetic individuals without peripheral neuropathy diagnosis (48.6±11.51 years-old; 79.9±10.88 kg; 1.68±0.09 m) and 13 healthy age- and gender-matched controls (48.5±10.09 years-old; 76.44±11.79 kg; 1.69±0.1 m) participated in the study. Hand cutaneous sensitivity was assessed by the Semmes-Weinstein monofilaments examination (SWME) followed by the application of three tests commonly used to assess hand function: Jebsen-Taylor hand function test (JTHFT), nine hole peg test (9HPT) and maximum power grip strength test (GSmax). The results of SWME revealed that eight diabetic individuals presented normal cutaneous sensitivity and five showed mild sensory losses, but that was not enough to characterize them as neuropathic diabetics. Regarding the hand function tests, the results revealed no difference between diabetic individuals and healthy controls in any of the tests performed (diabetic individuals and controls - JTHFT: 26.15±3.06 and 25.78±1.29 s; 9HPT: 15.33±1.35 and 15.48±2.39 s; GSmax: 41.15±10.59 and 43.69±12.59 kgf). Therefore, we conclude that diabetic individuals without neuropathy show no hand function impairment, as well as no reduction in the maximum power grip strength.

**Keywords** | hand; evaluation; motor skills; diabetes mellitus.

Estudo desenvolvido no Laboratório de Análise do Movimento (LAM), Universidade Cruzeiro do Sul - São Paulo (SP), Brasil.

<sup>1</sup>Mestre em Ciências do Movimento Humano, Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte, Universidade Cruzeiro do Sul - São Paulo (SP), Brasil.

<sup>2</sup>PhD; Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte, Universidade Cruzeiro do Sul - São Paulo (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Paulo Barbosa de Freitas - Rua Galvão Bueno, 868, bloco B, 13º andar, sala 1301 - CEP: 01506-000 - São Paulo (SP), Brasil - E-mail: defreitaspb@gmail.com  
Apresentação: jun. 2012 - Aceito para publicação: out. 2012 - Fonte de financiamento: FAPESP (#2010/02939-4) - Conflito de interesse: nada a declarar - Parecer de aprovação no Comitê de Ética nº 048/2009.

## INTRODUÇÃO

A diabetes mellitus (DM) é uma desordem metabólica caracterizada pela hiperglicemia crônica (isto é, concentração elevada de glicose sanguínea), causada por deficiência na produção e/ou ação da insulina<sup>1</sup>. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes, cerca de 50% dos indivíduos portadores da DM apresentam algum tipo de neuropatia, sendo a neuropatia diabética periférica (NDP) a mais comum. A NDP afeta os neurônios sensoriais e motores e pode ser causada por alterações metabólicas e vasculares que ocorrem nos neurônios e também por resposta autoimune<sup>2</sup>. É caracterizada pela diminuição da velocidade de condução nervosa, por perda sensorial nos pés e nas mãos, e por alterações motoras em fases mais avançadas<sup>3,4</sup>. Embora as consequências mais graves da NDP sejam vistas nos membros inferiores (por exemplo, amputações), as mãos também são afetadas pela perda de informação sensorial<sup>5</sup>.

Como a NDP é marcada por déficits sensoriais e, em casos mais avançados, motores, é possível que os diabéticos, mesmo os que não apresentem a NDP diagnosticada, apresentem problemas na execução de tarefas manipulativas que dependem tanto da integridade do sistema motor quanto do sistema sensorial.

A capacidade de manipular objetos (função manual) é crucial para a realização de um grande número de atividades ocupacionais e da vida diária (AVDs) e, desse modo, é fundamental para a manutenção de um estilo de vida independente<sup>6</sup>. Apesar da importância da função manual nas execuções de AVDs e mesmo sabendo que portadores de DM poderiam apresentar déficits sensoriais<sup>7</sup>, poucos foram os estudos que investigaram os efeitos da DM na função manual. Por exemplo, Cetinus et al.<sup>8</sup> e Sayer et al.<sup>9</sup> mostraram que os indivíduos com DM apresentam redução na força de preensão palmar máxima (FPmax) aferida por um dinamômetro hidráulico de mão (Jamar), porém esses estudos apresentam alguns problemas. No estudo de Cetinus et al.<sup>8</sup>, não houve pareamento entre os indivíduos do grupo controle e de diabéticos, e o grupo controle era formado por indivíduos um pouco mais jovens ( $46,93 \pm 10,2$ ) que os diabéticos ( $50,11 \pm 7,6$ ). No estudo de Sayer et al.<sup>9</sup>, os participantes eram idosos entre 60 e 70 anos, não há informação do número de diabéticos e de indivíduos do grupo controle e, aparentemente, não houve distinção entre neuropatas e não neuropatas. Assim, vemos a necessidade de um estudo mais controlado para avaliar se a perda de força de preensão palmar máxima é real nesse grupo de indivíduos.

Ainda, um estudo com indivíduos diabéticos sem NPD mostrou que eles têm pior desempenho em testes de destreza dos dedos (teste dos pinos de Perdue) e de função manual global (teste de função manual de Smith e teste de O'Connor)<sup>10</sup>. Entretanto, Ganvir<sup>11</sup> não encontrou diferenças significativas entre a função manual de pessoas idosas com e sem a DM, utilizando o *Action Research Arm Test* (ARAT). Esses resultados contraditórios, mesmo com o uso de testes diferentes, apontam mais uma vez para a necessidade de novos estudos que investiguem a destreza dos dedos, a função manual global e a força de preensão palmar máxima em diabéticos, a fim de avaliar quais os efeitos da DM e da possível perda sensorial associada na função manual. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar o desempenho de indivíduos diabéticos não neuropatas com não diabéticos em tarefas manipulativas e na capacidade de geração de força de preensão palmar máxima.

## MÉTODO

### Participantes

Treze diabéticos sem diagnóstico de neuropatia periférica (oito homens e cinco mulheres, sendo quatro com diabetes do tipo 1 e nove do tipo 2) e 13 indivíduos adultos sadios pareados por idade e sexo participaram do estudo. Os diabéticos tinham em média ( $\pm$ DP)  $48,6 (\pm 11,51)$  anos de idade, massa corporal de  $79,9 (\pm 10,88)$  kg e estatura de  $1,68 (\pm 0,09)$  m, enquanto os controles tinham  $48,5 (\pm 10,09)$  anos,  $76,44 (\pm 11,79)$  kg e  $1,69 (\pm 0,1)$  m. A participação no estudo ficou vinculada à leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul (Protocolo nº 048/2009).

### Critérios de inclusão e exclusão

Os participantes de ambos os grupos tomaram ciência do estudo e de seus objetivos por meio de anúncios publicados em jornais de circulação regional e nacional e por meio de contato pessoal. Aqueles que se dispuseram a participar voluntariamente teriam que atender aos critérios de inclusão para fazer parte do estudo. Assim, para participar do estudo, os participantes deveriam ser capazes de realizar tarefas manipulativas simples, além de entender e seguir as instruções dos testes. Ainda, os diabéticos só puderam participar do estudo mediante

diagnóstico prévio de DM do tipo 1 ou 2 e se estivessem seguindo o tratamento recomendado pelo médico. Foram excluídos do estudo indivíduos diabéticos diagnosticados com qualquer tipo de neuropatia, retinopatia e nefropatia, doenças neurológicas de origem não diabética e portadores de qualquer outra alteração musculoesquelética nas mãos (por exemplo, síndrome do túnel do carpo). Para descartar a presença de neuropatia periférica, os participantes selecionados não deveriam apresentar perda de sensibilidade cutânea protetora nos pés avaliada pelo estesiômetro (monofilamento  $\leq 10$  g) e deveriam ter uma pontuação igual ou menor do que 6 no questionário de neuropatia de Michigan (*Michigan Neuropathy Screening Instrument*)<sup>7</sup>. Além disso, foram excluídos de ambos os grupos indivíduos que apresentassem qualquer tipo de lesão ortopédica e/ou musculoesquelética nos membros superiores nos últimos 12 meses antes da coleta de dados.

### Procedimentos experimentais

Antes da realização dos testes de função manual, os participantes responderam às questões do inventário de dominância lateral de Edimburgo<sup>12</sup> para definição da preferência manual. Os resultados indicaram que todos os participantes, exceto um diabético e seu controle, eram destros. Em seguida, a sensibilidade cutânea das mãos foi avaliada por meio do *kit* de monofilamentos (Estesiômetro-SORRI, Bauru-SP), desenvolvidos por Semmes e Weinstein<sup>13</sup>. A sensibilidade cutânea da parte central da pele que recobre as falanges distais (i.e., pontas) dos dedos mínimo, polegar e indicador foi avaliada, e o valor em gramas-força do monofilamento sentido pelo participante foi registrado para análise posterior.

Imediatamente depois, três testes comumente utilizados para avaliação da função manual foram aplicados nessa ordem: teste de função manual Jebsen Taylor (TFMJT), teste dos nove pinos nos buracos (9-PnB) e teste de força de preensão palmar máxima (FPmax). Todos os participantes foram devidamente instruídos a sentarem confortavelmente em uma cadeira fixa que permitia o contato dos pés com o chão e realizarem os testes apenas com a mão dominante. O TFMJT (*Sammons Preston Jebsen-Taylor Hand Function Test*) (Figura 1A) é composto de tarefas manipulativas semelhantes àquelas realizadas cotidianamente e é dividido em sete subtestes: (1) escrita, (2) simulação de uma tarefa de virar cartas, (3) levantamento de objetos pequenos, (4) simulação do uso da colher para a alimentação, (5) empilhamento de blocos (i.e., peças de dama), (6) levantamento de objetos grandes e leves e (7) levantamento de objetos grandes e pesados. Apenas seis dos sete subtestes foram aplicados em razão de o primeiro subteste ser o da escrita e exigir conhecimento da língua inglesa<sup>14,15</sup>. O tempo de execução de cada um dos subtestes do TFMJT foi registrado por um cronômetro digital, e os participantes foram instruídos a realizarem os subtestes o mais rápido possível. A somatória dos tempos de execução de cada subteste foi utilizada como variável dependente.

Após a realização do TFMJT, os participantes realizaram o teste dos 9-PnB (*Rolyan™ 9-Hole Peg Test, Model A8515*) (Figura 1B). Durante o teste, os participantes foram instruídos a pegarem com os dedos nove pinos de 6,4 mm de diâmetro e 32 mm de comprimento, depositados em um compartimento côncavo, um de cada vez, e encaixá-los em nove buracos (7,1 mm de diâmetro e 13 mm de profundidade) e, imediatamente após a colocação do último pino, retirá-los um a um e recolocá-los no compartimento de origem<sup>6,16-18</sup>. Os participantes foram instruídos e continuamente incentivados a realizarem o teste o mais rápido possível. Um cronômetro foi utilizado para registro do tempo gasto em cada uma das três tentativas realizadas, e o menor tempo gasto foi utilizado como variável dependente.

O último teste realizado foi o teste de FPmax (Figura 1C), utilizando o dinamômetro hidráulico de mão Jamar® (*Sammons Preston Jamar Hand Dynamometer*), seguindo as recomendações da Sociedade Americana de Terapeutas de Mão (*American Society of Hand Therapists* (ASHT)). Para realização desse teste, os participantes permaneceram sentados, mantendo o ombro aduzido e em rotação neutra, cotovelo fletido a 90°, antebraço pronomado a 90° e o punho em posição neutra<sup>19-21</sup>. Eles foram

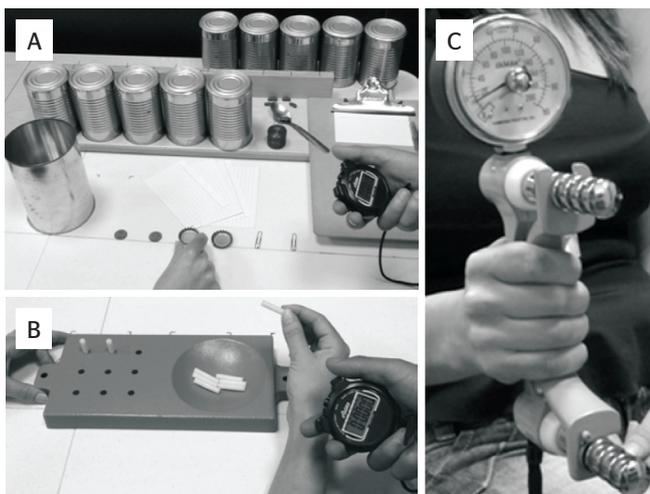


Figura 1. (A) Teste de função manual de Jebsen Taylor; (B) teste dos nove pinos nos buracos; (C) dinamômetro usado no teste de força de preensão palmar máxima

instruídos a segurar o dinamômetro e realizar o máximo de força de prensão possível, apertando com a mão dominante as duas hastes da manopla durante aproximadamente quatro segundos, relaxando em seguida. Foram realizadas três tentativas com intervalo de, no mínimo, um minuto entre elas, a fim de evitar qualquer efeito da fadiga<sup>6,20,22,23</sup>. O maior valor dentre três tentativas foi utilizado como variável dependente.

### Análise estatística

Após a confirmação da normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk, três análises de variância (ANOVAs) de fator único (grupo) e amostras independentes foram realizadas para comparação do desempenho de diabéticos e controles no TFMJT, no teste dos 9-PnB e de FPmax. O valor de alfa foi estabelecido em 0,05.

## RESULTADOS

Os resultados do teste de sensibilidade cutânea revelaram que todos os indivíduos do grupo controle apresentaram sensibilidade cutânea normal na ponta dos dedos da mão, pois sentiram o toque do monofilamento de menor diâmetro (i.e., 0,05 g). Com relação aos diabéticos, oito apresentaram sensibilidade normal e cinco, alguma alteração detectável pelo monofilamento. Destes cinco, quatro apresentavam mudança sensorial leve, não conseguindo sentir o monofilamento de menor diâmetro, mas sendo capaz de sentir o monofilamento seguinte (i.e., 0,2 g), e um apresentou perda de sensibilidade protetora da mão, sendo capaz apenas de sentir o monofilamento de 2 g.

Com relação aos testes de função manual, a Tabela apresenta os valores médios e os respectivos desvios padrão das variáveis analisadas para os grupos diabéticos e controles. Os resultados das ANOVAs não indicaram qualquer diferença entre os grupos para os desempenhos nos três testes realizados [TFMJT:  $F(1,24)=1,161$ ,  $p>0,05$ ,  $\eta^2<0,01$ ; 9-PnB:  $F(1,24)=0,03$ ,  $p>0,05$ ,  $\eta^2>0,01$  e FPmax:  $F(1,24)=0,309$ ,  $p>0,05$ ,  $\eta^2=0,01$ ].

## DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi comparar as características gerais da função manual de indivíduos diabéticos e

indivíduos sadios avaliando a destreza dos dedos, a função manual global e a força de prensão palmar máxima. Tivemos o cuidado de selecionar indivíduos diabéticos sem diagnóstico de neuropatia, com idade inferior a 60 anos, e compará-los com indivíduos pareados por idade e sexo. Ainda, avaliamos o grau de prejuízo sensorial de cada participante utilizando o estesiômetro. Com base nos resultados de sensibilidade cutânea, constatamos que nenhum indivíduo do grupo controle tinha comprometimento sensorial na ponta dos dedos e que apenas cinco dos 13 diabéticos tinham algum tipo de comprometimento sensorial. Apesar disso, os resultados dos testes de destreza dos dedos, função manual global e de força de prensão máxima não revelaram qualquer diferença entre os grupos, indicando que a diabetes por si só não afeta o desempenho em tarefas manipulativas e a força de prensão palmar.

O teste do 9-PnB é um teste que avalia a destreza dos dedos. Por isso, o desempenho em testes com tarefas desta natureza (i.e., uso de pinos) tem sido frequentemente utilizado na avaliação da função manual de crianças<sup>18,24</sup>, adultos jovens<sup>16,17</sup> e idosos<sup>25</sup>. Num estudo anterior, foi observado que indivíduos diabéticos tiveram um desempenho pior em um teste de pinos (i.e., teste dos pinos de Perdue)<sup>10</sup>. Esse resultado é diferente do resultado do presente estudo, que utilizou um teste similar (i.e., 9-PnB). Diferentemente do presente estudo, no estudo de Casanova e colaboradores<sup>10</sup>, não houve controle para a NDP e não foi feito nenhum teste de sensibilidade cutânea nas mãos. Assim, uma possível causa para o conflito entre os resultados é que os diabéticos investigados por Casanova e colaboradores poderiam ter maiores déficits sensoriais que os diabéticos do presente estudo. Adicionalmente, a NDP em estágios mais avançados poderia trazer alterações motoras, principalmente nas extremidades distais<sup>7,26-28</sup>, e isso poderia prejudicar o desempenho dos diabéticos em tarefas que envolvem destreza dos dedos.

O TFMJT é um teste que avalia a função manual global dos participantes por envolver tarefas que simulam as realizadas cotidianamente. O resultado do presente estudo mostrou que os diabéticos têm desempenho

Tabela. Valores de média e os respectivos desvios padrão para diabéticos e controles nas variáveis dependentes analisadas: somatória do tempo de execução dos seis subtestes do teste de função manual de Jebsen e Taylor (TFMJT), tempo de execução do teste dos nove pinos nos buracos (9-PnB) e força de prensão palmar máxima (FPmax)

Grupo	TFMJT (s)	9-PnB (s)	FPmax (kgf)
Diabéticos	26,15 (3,06)	15,33 (1,65)	41,15 (10,59)
Controles	25,7 (1,29)	15,48 (2,39)	43,69 (12,59)

similar nessa tarefa quando comparado aos controles. Esse resultado está de acordo com o estudo de Ganvir<sup>11</sup> que utilizou o ARAT para avaliar a função manual global. Tanto o ARAT quanto o TFMJT são testes que contêm tarefas manipulativas que utilizam desde preensão de pinça para manipulação de objetos pequenos até preensão palmar e movimentos dos membros superiores. Porém, o ARAT é baseado em escore numa escala de quatro pontos (0–3) dado por avaliadores de acordo com o desempenho na tarefa, e o TFMJT é baseado em medidas de tempo de execução de cada subteste. Assim, mesmo sendo mais sensível (i.e., ter maior resolução) que o ARAT, o TFMJT não foi sensível para detectar diferenças entre os diabéticos e controles, indicando que os diabéticos não têm a função manual global afetada.

Com relação à FPmax, os resultados também não indicaram qualquer efeito da diabetes. Mais uma vez, a falta de controle no recrutamento dos diabéticos e não inclusão de diabéticos pareados por idade e, principalmente, sexo dos estudos realizados anteriormente poderiam ter afetado os resultados e levado os pesquisadores a concluir que diabéticos geram menos FPmax que os indivíduos saudáveis. Como mencionado anteriormente, os indivíduos do grupo controle do estudo de Cetinus et al.<sup>8</sup> eram em média mais jovens ( $46,93 \pm 10,2$ ) que os diabéticos ( $50,11 \pm 7,6$ ). Ainda, os grupos não foram pareados já que o grupo de diabéticos era composto por 66 participantes e o controle por 47 indivíduos. Outro estudo que reportou menor FPmax em diabéticos foi o de Sayer et al.<sup>9</sup>. Nele, os participantes eram idosos (entre 60 e 70 anos), não foi fornecida qualquer informação do número de diabéticos e de controles e, aparentemente, não foi feita distinção entre neuropatas e não neuropatas. Todos os problemas mencionados poderiam ter afetado os resultados da FPmax e as conclusões dos estudos. Com base no nosso desenho experimental e no controle das possíveis variáveis intervenientes (e.g., idade, sexo e presença de neuropatia), podemos afirmar que os diabéticos sem neuropatia geram magnitudes semelhantes de FPmax quando comparados com indivíduos saudáveis da mesma faixa etária.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, podemos concluir que indivíduos diabéticos sem neuropatia diabética periférica diagnosticada têm desempenho similar em tarefas que exigem destreza dos dedos e que envolvem

a participação do membro superior como um todo. Ademais, concluímos que indivíduos diabéticos não neuropatas são capazes de produzir força de preensão palmar com magnitude similar aos indivíduos sem diabetes.

## AGRADECIMENTOS

Os autores do estudo são gratos à FAPESP pelo suporte financeiro do projeto de pesquisa (Processo nº 2010/02939-4).

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications. Report of a WHO Consultation. Geneva: WHO; 1999.
2. Sociedade Brasileira de Diabetes. Atualização brasileira sobre diabetes. Rio de Janeiro: Diagraphic; 2005. 140 p.
3. Ramji N, Toth C, Kennedy J, Zochodne DW. Does diabetes mellitus target motor neurons? *Neurobiol Dis.* 2007;26(2):301-11.
4. Watkins PJ, Thomas PK. Diabetes mellitus and the nervous system. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1998;65(5):620-32.
5. Dahlin LB, Thrainsdottir S, Cederlund R, Thomsen NOB, Eriksson KF, Rosén I, et al. Vibrotactile sense in median and ulnar nerve innervated fingers of men with Type 2 diabetes, normal or impaired glucose tolerance. *Diabet Med.* 2008;25(5):543-9.
6. Lima KCA, Santos RQ, de Freitas PB. Relação entre a força máxima e destreza manual em adultos saudáveis: implicações para a avaliação da função manual. *Braz J Mot Behav.* 2011;6(3):1-6.
7. Valk GD, Sonnaville JJ, vanHoutum WH, Heine RJ, vanEijk JTM, Bouter LM, et al. The assessment of diabetic polyneuropathy in daily clinical practice: reproducibility and validity of Semmes Weinstein monofilaments examination and clinical neurological examination. *Muscle Nerve.* 1997;20(1):116-8.
8. Cetinus E, Buyukbese MA, Uzel M, Ekerbicer H, Karaoguz A. Hand grip strength in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 2005;70(3):278-86.
9. Sayer AA, Dennison EM, Syddall HE, Gilbody HJ, Phillips DIW, Cooper C. Type 2 diabetes, muscle strength, and impaired physical function: the tip of the iceberg? *Diabetes Care.* 2005;28(10):2541-2.
10. Casanova JE, Casanova JS, Young MJ. Hand Function in patients with diabetes mellitus. *South Med J.* 1991;84(9):1111-3.
11. Ganvir SS. Hand dysfunction in elderly individuals with diabetes mellitus. *J Indian Acad Geriatr.* 2010;6(1):64-6.
12. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971;9(1):97-113.
13. Weinstein S. Fifty years of somatosensory research: from the Semmes-Weinstein monofilaments to the Weinstein Enhanced Sensory Test. *J Hand Ther.* 1993;6(1):11-22.

14. Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil.* 1969;50(6):311-9.
15. Jebsen RH, Griffith ER, Long EW, Fowler R. Function of "normal" hand in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1971;52(4):170-4.
16. Mathiowetz V, Weber K, Kashman N, Volland G. Adult norms for the nine hole peg test of finger dexterity. *Occup Ther J Res.* 1985;5(1):24-38.
17. Grice KO, Vogel KA, Le V, Mitchell A, Muniz S, Vollmer MA. Adult norms for a commercially available Nine Hole Peg Test for finger dexterity. *Am J Occup Ther.* 2003;57(5):570-3.
18. Poole JL, Burtner PA, Torres TA. Measuring Dexterity in Children Using the Nine-hole Peg Test. *J Hand Ther* 2005;18(3):348-51.
19. Harkonen R, Piirtomaa M, Alaranta H. Grip strength and hand position of the dynamometer in 204 Finnish adults. *J Hand Surg Br.* 1993;18(1):129-32.
20. Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985;66(2):69-74.
21. Mathiowetz V, Wiemer DM, Federman SM. Grip and pinch strength: norms for 6- to 19-year-olds. *Am J Occup Ther.* 1986;40(10):705-11.
22. Caporrino FA, Faloppa F, Santos JBG, Réssio C, Soares FHdC, Nakachima LR, et al. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar. *Rev Bras Ortop.* 1998;33(2):150-4.
23. Guerra RS, Amaral TF. Comparison of hand dynamometers in elderly people. *J Nutr Health Aging.* 2009;13(10):907-12.
24. Smith YA, Hong E, Presson C. Normative and validation studies of the Nine-hole Peg Test with children. *Percept Mot Skills.* 2000;90(3):823-43.
25. Kitisomprayoonkul W, Promsopa K, Chaiwanichsiri D. Do Heberden and Bouchard nodes affect finger dexterity in elderly? *Rheumatol Int.* 2010;30(4):543-5.
26. Valk GD, Grootenhuis PA, Bouter LM, Bertelsmann FW. Complaints of neuropathy related to the clinical and neurophysiological assessment of nerve function in patients with diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 1994;26(1):29-34.
27. Leonard DR, Farooqi MH, Myers S. Restoration of sensation, reduced pain, and improved balance in subjects with diabetic peripheral neuropathy: a double-blind, randomized, placebo-controlled study with monochromatic near-infrared treatment. *Diabetes Care.* 2004;27(1):168-72.
28. Santos A, Bertato F, Montebelo M, Guirro E. Efeito do treinamento proprioceptivo em mulheres diabéticas. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(3):183-7.