DOI: 10.590/1809-2950/14143922042015

PESQUISA ORIGINAL

Confiabilidade e validade de um dispositivo de célula de carga para avaliação da força de preensão palmar

Reliability and validity of a load cell device for hand grip strength assessment

Fiabilidad y validez de un dispositivo de célula de carga para evaluar la fuerza de prensión palmar

Amanda Matias Barbosa[1], Patrícia Aparecida da Silva Camassuti[2], Guilherme Tamanini[3], Alexandre Marcio Marcolino[4], Rafael Inácio Barbosa[5], Marisa de Cássia Registro Fonseca[6]

RESUMO | A força de preensão palmar é uma medida influenciada por diversos fatores como sexo, idade, motivação, treinamento muscular, dominância, altura, peso, variáveis socioeconômicas, participação em esportes específicos ou profissões. Pode ser mensurado por meio da dinamometria ou por medidores de tensão como as células de carga (*strain gauges*). Confiabilidade e validade são importantes propriedades psicométricas que avaliam a reprodutibilidade da medida de um instrumento e sua aplicabilidade. Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade teste-reteste e a validade de constructo de uma célula de carga para medida da força de preensão palmar isométrica, em voluntários assintomáticos e portadores de disfunções no punho e mão. Foram utilizados métodos padronizados de posicionamento do membro superior e realizada aleatorização da ordem das coletas. A análise estatística de confiabilidade foi realizada pelo ICC e a validade de constructo pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), com p <0,05, com IC de 95%, utilizando o SPSS versão 20®. A amostra constou de 24 voluntários saudáveis com idade média de 22,25 anos, todos universitários, e 21 voluntários portadores de disfunções do membro superior e mão, de ambos os sexos. A confiabilidade teste-reteste para o grupo dos indivíduos assintomáticos foi ICC 0,90 (0,78-0,95), no grupo dos portadores de disfunções do punho e mão o ICC encontrado foi 0,94 (0,87-0,97), ambos considerados excelentes. Os gráficos de Bland e Altman mostraram que, embora a confiabilidade apresentasse níveis excelentes e com baixos valores de erro padrão de medida, alguns dados discrepantes foram encontrados. Os coeficientes de ,correlação de Pearson foram altos tanto para o grupo de indivíduos assintomáticos (r=0,85), como para o grupo de pacientes (r=0,83). Conclusão: baseado nos achados da amostra analisada é sugerido que a célula de carga seja um dispositivo confiável e válido para a medida de força de preensão palmar isométrica da mão, podendo ser utilizado em futuros estudos e na prática clínica.

Descritores | Força Muscular; Reprodutibilidade de Resultados; Validade dos Testes; Força da Mão.

ABSTRACT | The grip strength is a complex measure influenced by factors such as gender, age, motivation, muscle training, handedness, height, weight, socioeconomic variables, and participation in specific sports or professions. It can be measured by dynamometers or by tension meters such as load cells (strain gauges). Reliability and validity are important psychometric properties, which analyze consistency and applicability of an instruments' measurement. Thus, the aim of this study was to evaluate the test-retest reliability and construct validity of a load cell device in isometric grip force measurements using a sample of asymptomatic subjects and patients with wrist and hand dysfunctions. Standardized methods of the upper limb positioning and

[1]Graduada em Fisioterapia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.
[2]Graduada em Fisioterapia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.
[3]Professor titular do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Claretiano (CEUCLAR) – Batatais (SP), Brasil.
[4]Professor adjunto do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina, (UFSC) – Araranguá (SC), Brasil.
[5]Professor adjunto do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina, (UFSC) – Araranguá (SC), Brasil.
[6]Livre-docente pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Marisa de Cássia Registro Fonseca – Curso de Fisioterapia – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Campus Universitário – CEP: 14049-900 – Ribeirão Preto (SP), Brasil. E-mail: marisa@fmrp.usp.br – Apresentação: out. 2014 – Aceito para publicação: nov. 2015.

randomization of the sample order were used. Statistical analysis of reliability was conducted by the ICC (Intraclass Correlation Coefficient) and the construct validity by Pearson correlation coefficient (r), with p<0.05, 95% CI, using SPSS version 20®. The sample consisted of 24 healthy volunteers with an average age of 22.25 years old, all college students, and 21 volunteers with upper extremity and hand disorders, from both genders. The test-retest reliability for the asymptomatic group was ICC 0.90 (0.78-0.95) and for the group of patients was 0.94 (0.87-0.97), both considered excellent. The Bland and Altman graphics showed that although the reliability has displayed excellent levels and low standard error values of measurement, some discrepant data were found. Pearson correlation coefficients were high, both for the asymptomatic group (r=0.85), and for the patients group (r=0.83). Conclusion: based on these findings, it is suggested that this load cell is a reliable and valid device for isometric grip strength measurement and its use is suitable for future clinical trials and practice.

Keywords | Muscle Strength; Reproducibility of Results; Validity of Tests; Hand Strength.

RESUMEN | La fuerza de prensión palmar es una medida influida por diversos factores tales como, sexo, edad, motivación, entrenamiento muscular, dominio, altura, peso, variables socioeconómicas, participación en deportes específicos o profesiones. Se la puede medir mediante la dinamometría o por medidores de tensión como las células de carga (*strain gauges*). La fiabilidad y la validez son importantes propiedades psicométricas que evalúan la reproducibilidad de un instrumento de medición y su aplicabilidad. De esa manera, este estudio tuvo la pretensión de evaluar la fiabilidad test-retest y la validez del constructo de una célula de carga para medir la fuerza de prensión palmar isométrica, en participantes asintomáticos y en portadores de trastornos de la muñeca y de la mano. Se utilizaron métodos estandarizados de posicionamientos del miembro superior y se llevó a cabo la aleatorización del orden de la recolección de datos. El análisis estadístico de fiabilidad fue realizado por el ICC y la validez del constructo por el coeficiente de correlación de Pearson (r), con p<0,05, con IC de 95%, utilizando el SPSS en la versión 20®. El muestreo contó con 24 personas saludables con un promedio de 22,25 años de edad, todos universitarios, y 21 personas portadoras de trastornos del miembro superior y de la mano, de ambos los sexos. La fiabilidad test-retest para el grupo de sujetos asintomáticos fue de ICC 0,90 (0,78-0,95), en el grupo de los portadores de trastornos de la muñeca y de la mano el ICC encontrado fue de 0,94 (0,87-0,97), ambos considerados excelentes. En los gráficos de Bland y Altman se mostró que aunque la fiabilidad presente niveles excelentes y con bajos valores de error estándar de medida, se encontraron algunos datos divergentes. Los coeficientes de correlación de Pearson fueron altos tanto para el grupo de sujetos asintomáticos (r=0,85) como para el grupo de portadores (r=0,83). Con base en los resultados de la muestra evaluada se propone que la célula de carga puede ser un dispositivo fiable y válido para medir la fuerza de presión palmar isométrica de la mano, y que puede utilizarla futuramente en investigaciones y en la práctica clínica.

Palabras clave | Fuerza Muscular; Reproducibilidad de Resultados; Validez de las Pruebas; Fuerza de la Mano.

INTRODUÇÃO

A análise da força de preensão palmar é um parâmetro essencial na avaliação físico-funcional tanto para determinar a efetividade das estratégias terapêuticas como para avaliar a habilidade do paciente em retornar às atividades funcionais[1]. É muitas vezes usada no cenário clínico como um indicador da força física geral e da saúde do indivíduo[2].

A força muscular é uma medida complexa influenciada por fatores como sexo, idade, motivação e treinamento muscular[3,4,5,6]. Incel et al.[7] relatam que a mão dominante é significativamente mais forte em indivíduos destros, mas sem diferença significativa na avaliação de canhotos.

Uma das maneiras de medir a força de preensão palmar isométrica é por meio da dinamometria, sendo o Jamar® da categoria hidráulico um dos mais utilizados[8]. É considerado um dispositivo de excelente confiabilidade[9,10], de simples manuseio e fácil utilização, recomendado pela Sociedade Americana de Terapeutas da Mão, bem como pela Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão e do Membro Superior[11].

As células de carga fazem parte de outra categoria na qual a força é captada eletronicamente, amplificada e transmitida para um monitor geral para registro. São medidores de tensão comumente na unidade newtons de força, assim como o dinamômetro digital eletrônico tipo *Statham*, a unidade de teste isométrico de força *ISTU* (Isometric Strength Testing Unit) e outros

dispositivos de preensão palmar por medidores de tensão, desenvolvidos para estudos específicos[12]. Células de carga também são utilizadas para análise de esforços musculares em tarefas com o uso do membro superior, demonstrando ser uma importante ferramenta na avaliação dos componentes de força gerados pela mão[13].

Os dinamômetros hidráulicos mensuram apenas o valor da força de preensão e não são capazes de obter os dados da razão do desenvolvimento da força. Diferentemente desses dispositivos tradicionais, a célula de carga acoplada a uma manopla permite a análise da força de preensão, da variabilidade da força e do tempo para atingir a fadiga, associada a medidas como ativação muscular por meio de softwares[14,15].

A confiabilidade e a validade são critérios importantes na análise da consistência da medida e na habilidade do instrumento para mensurar o que lhe é designado, no processo de uma avaliação físico-funcional[6,16,17].

Assim, a hipótese deste estudo é de que a célula de carga pode ser um instrumento confiável e válido na avaliação da força de preensão palmar isométrica, comparada ao dinamômetro hidráulico Jamar®.

Nosso objetivo, portanto, foi avaliar a confiabilidade teste-reteste e a validade de constructo de uma célula de carga, considerando como hipótese de moderada para alta correlação da célula de carga com o dinamômetro Jamar® para a medida da força de preensão palmar isométrica dos dedos em indivíduos saudáveis e portadores de lesões do punho e mão.

METODOLOGIA

Participaram do estudo 24 indivíduos assintomáticos, 24 pacientes portadores de disfunções decorrentes de lesões do punho e mão, com alteração da força muscular de preensão palmar. O cálculo amostral foi feito pelo *software GraphPad StatMate 2* baseado em um estudo piloto prévio.

As coletas dos indivíduos assintomáticos foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Clínica da Mão e do Membro Superior da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil, enquanto as dos portadores de disfunções da mão foram realizadas no Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CER-HCFMRP-USP).

Critérios de inclusão e exclusão

Para o grupo de assintomáticos foram incluídos voluntários de ambos os sexos, com idade maior ou igual a dezoito anos, sem disfunções ortopédicas, reumatológicas, neurológicas, metabólicas e vasculares do membro superior, independente da realização de atividades esportivas e/ou laborais que realizassem com as mãos ou a dominância.

Para o grupo dos pacientes foram recrutados voluntários que relatassem histórico de trauma prévio, portadores de disfunções do punho, mão ou dedos e que estivessem em processo de reabilitação, liberados para a realização de exercícios de fortalecimento muscular isométrico de preensão de dedos no CER-HCFMRP-USP.

Os voluntários que aceitaram participar do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa HCRP nº 13049/2013 em 06/01/2014.

Procedimento

O posicionamento dos voluntários para avaliação da força de preensão palmar isométrica seguiu a recomendação da Sociedade Americana de Terapia da Mão (SATM) e Sociedade Brasileira de Terapia da Mão e do Membro Superior (SBTM)[11]: sentado em uma cadeira sem apoio para braços, ombro em adução, cotovelo fletido a 90º, antebraço em posição neutra, articulação radio-carpal entre 0º e 30° de extensão e desvio ulnar entre 0° e 15°, pés totalmente apoiados no chão e quadril a 90º de flexão próximo ao encosto da cadeira.

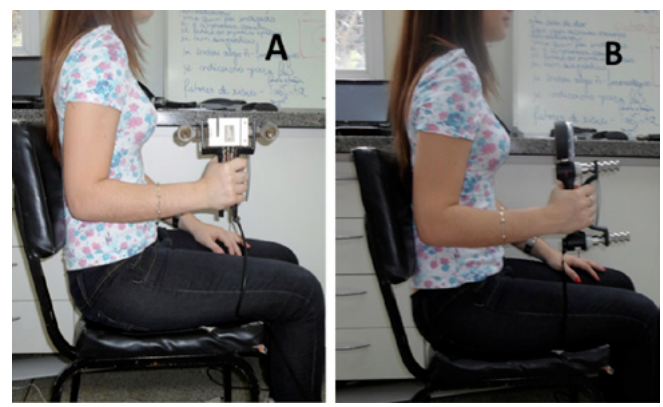

Figura 1. Posicionamento em modelo segundo a Sociedade Americana de Terapia da Mão (SATM) e Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão e do Membro Superior (SBTM)[11]: A) com célula de carga adaptada a uma manopla especialmente desenvolvida para o estudo; B) com o dinamômetro Jamar®

As forças mensuradas por meio da célula de carga modelo MM-50 (Kratos®) foram realizadas com uma manopla acoplada, especialmente desenvolvida para o estudo (Figura 1A) e com o dinamômetro hidráulico Jamar® pré-calibrado na segunda posição (Figura 1B). A manopla da célula de carga incluiu duas alças (Figura 2A) com a distância equivalente à distância utilizada no dinamômetro hidráulico Jamar® na segunda posição (Figura 2B).

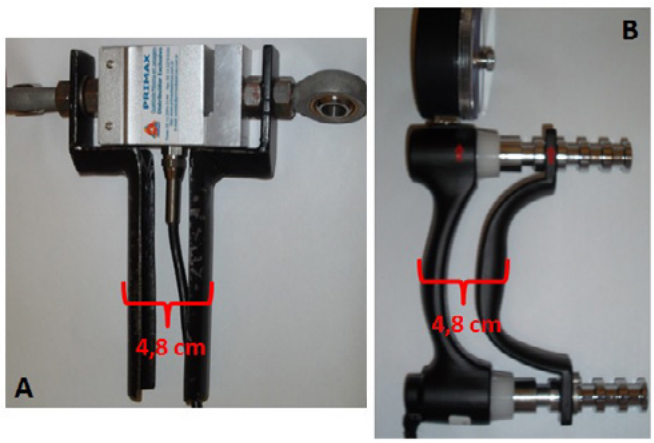

Figura 2. Detalhe da distância padronizada na manopla para a preensão palmar: A) célula de carga; B) dinamômetro Jamar®

A manopla era conectada a um software Miotool® da marca Miotec®, que permitia o registro para posterior análise dos valores registrados da força de preensão da mão direita para o grupo assintomáticos e da mão lesada para os pacientes. A medida inicial foi realizada e o reteste foi realizado após sete dias.

Análise estatística

Foi utilizado o *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) para calcular a confiabilidade teste-reteste, calculado pela média e desvio padrão de três medidas para o dinamômetro Jamar® e a célula de carga Kratos®, ambos em Kgf. A confiabilidade foi considerada excelente para valores de ICC maiores que 0,75; moderada, entre 0,40 e 0,75; fraca, se menor 0,40[17].

Para o cálculo da validade de constructo foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r), que possui variação entre -1 e 1. Valores próximos a 1 são indicativos de máxima correlação direta, e próximos a -1 indicam máxima correlação negativa – ou inversa – entre as variáveis analisadas. Para a interpretação da magnitude das correlações encontradas, foi adotada a classificação proposta por Dancey e Reidy[18]: perfeita = 1; forte = 0,7 a 0,9; moderada = 0,4 a 0,6; fraca = 0,1 a 0,3; inexistente = 0.

Adicionalmente, o erro sistemático de medida SEM (*Standard Error of Measurement*) foi calculado tanto para a célula de carga como para o dinamômetro Jamar®. O limite de concordância foi analisado graficamente entre os dois instrumentos, como descrito por Bland and Altman[19,20].

A análise dos dados deste estudo foi conduzida por meio dos softwares SPSS versão 20® e MedCalc® com intervalo de confiança de 95%, e nível de significância em $p<0,05$.

RESULTADOS

Os 24 voluntários assintomáticos tinham idade média de 22,25 anos (DP±2,57), eram universitários – sendo que apenas um deles apresentava dominância na mão esquerda. A idade média dos voluntários portadores de disfunções do membro superior e mão foi de 43,48 anos (DP±13,56), 62,5% homens – sendo que três não compareceram para o reteste. As características demográficas podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos voluntários portadores de disfunções do punho e mão

Voluntário	Idade (anos)	Sexo	Dominância	Causa da disfunção	Lado acometido	Profissão
*1	27	Masculino	D	Fratura do rádio distal	D	Calheiro
2	28	Masculino	D	Fratura do rádio distal	D	Pedreiro
3	45	Masculino	D	FCC da zona VI	D	Comerciante
4	13	Feminino	E	FCC da zona V	D	Estudante
5	36	Masculino	D	Fratura olécrano e cabeça do rádio	D	Técnico instalador
6	50	Masculino	D	FCC região dorsal de antebraço, lesão do ventre dos músculos extensores dos dedos	E	Eletricista

continua...

Tabela 1. Continuação

Voluntário	Idade (anos)	Sexo	Dominância	Causa da disfunção	Lado acometido	Profissão
7	50	Feminino	D	Lesão bilateral do manguito rotador Tenossinovite 4° e 5° dedo da mão direita	Bilateral (predomínio a D)	Cozinheira
8	29	Masculino	D	Fratura do rádio distal E	E	Vigilante
9	31	Masculino	D	Fratura de estilóide do rádio	E	Pintor
10	70	Masculino	D	Fratura de rádio distal Fratura de diáfise de úmero	D	Aposentado
11	48	Feminino	D	Síndrome do túnel do carpo	Bilateral (predomínio a E)	Auxiliar de serviços
12	42	Masculino	D	Síndrome do túnel do carpo	D	Caminhoneiro
13	46	Feminino	D	Semiamputação de falange distal do 3° dedo da mão D	D	Auxiliar de limpeza
14	64	Feminino	D	Fratura de rádio distal na direita	D	Pedagoga
15	57	Feminino	D	Lesão do extensor longo do polegar	D	Biomédica
*16	28	Masculino	D	Fratura de Galeazzi	D	Fiscal de piscina
17	55	Feminino	D	Síndrome do túnel do carpo	Bilateral (predomínio a D)	Oficial administrativa
18	52	Feminino	D	Fratura da base da falange proximal do polegar	E	Costureira
19	46	Masculino	D	Síndrome do túnel do carpo	D	Engenheiro civil
20	56	Masculino	D	Rizoartrose a E	E	Auxiliar de serviços
*21	35	Masculino	E	Síndrome do túnel do carpo	D	Comerciante
22	45	Masculino	E	Síndrome de Rolland; Epicondilite bilateral Síndrome do túnel do carpo pior a E	Bilateral	Pedreiro
23	60	Feminino	D	Síndrome do túnel do carpo a E	E	Dona de casa
24	44	Masculino	D	FCC região ventral do antebraço, lesão do ventre dos flexores dos dedos	D	Carga e descarga de caminhão

FCC: ferimento corto-contuso com lesão dos tendões flexores, artéria e nervo ulnar cuja gravidade variou de acordo com cada paciente. D = direito, E = esquerdo
*Pacientes cujo reteste não foi realizado

A Tabela 2 ilustra os valores médios medidos em Kgf da célula de carga e Jamar® para os grupos assintomáticos e pacientes.

Com relação à confiabilidade teste-reteste da célula de carga para o grupo dos voluntários assintomáticos, o ICC encontrado foi de 0,90 (0,78-0,95), considerado excelente. Quanto ao grupo dos portadores de disfunções do membro superior e mão, o ICC encontrado foi de 0,94 (0,87-0,97), também considerado excelente.

Os limites de concordância pelo método de Bland and Altman[19,20] dos grupos de voluntários assintomáticos (Figura 3A) e pacientes (Figura 3B) ilustra graficamente que, embora as análises tenham apresentado excelente confiabilidade no teste-reteste, com pequenos valores para o SEM, alguns valores dispersivos são notados, especialmente no grupo de pacientes.

Com relação à validade de constructo convergente, foi observada forte correlação direta entre Jamar® e a célula de carga, com valores de r=0,85 e r=0,83, respectivamente para os grupos de assintomáticos e pacientes.

Tabela 2. Valores médios em Kgf, desvio padrão e Intervalo de confiança (95%) da célula de carga e Jamar® para os grupos assintomáticos e pacientes

	Grupos							
	Assintomáticos				Pacientes			
	Média	DP	IC (95%)	SEM	Média	DP	IC (95%)	SEM
Jamar®	31,31	8,79	27,91-34,84	2,75	20,27	9,56	16,55-24,08	3,0
Célula de carga	26,08	7,92	22,81-29,00	2,49	18,77	7,55	15,87-21,83	2,3

DP: desvio-padrão; IC: Intervalo de Confiança; SEM: *Standard Error of Measurement*; Valores em Kgf

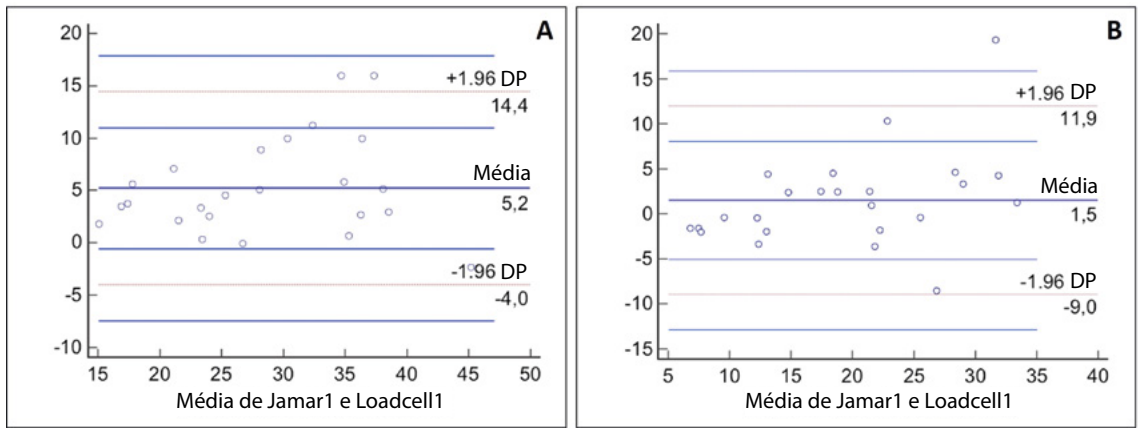

Figura 3. Representação gráfica pelo Método de Bland e Altman[19,20] da diferença dos valores na ordenada (y) e média dos valores na abcissa (x) da força de preensão isométrica com Jamar® e célula de carga (*Loadcell*); A) dados referentes aos voluntários assintomáticos e B) dados referentes aos voluntários com disfunções do membro superior e mão

DISCUSSÃO

A análise das medidas da força de preensão palmar isométrica dos dedos mostrou excelente confiabilidade teste-reteste e validade de constructo para a manopla de célula de carga especialmente desenvolvida para esse estudo, tanto para os portadores de disfunções do membro superior e mão, como para os voluntários saudáveis.

Medidas da força de preensão palmar são importantes na avaliação de diversas disfunções da mão e membro superior[6,8,12,21]. Irwin e Sesto[14] analisaram a confiabilidade de três dispositivos capazes de mensurar força de preensão por meio de células de carga: o dinamômetro *Baseline*, um vigorímetro e o *MAP* (Multi-Axis-Profile) sendo encontrada alta confiabilidade para todos os instrumentos, com destaque para o *MAP*. Nesse estudo, participaram 28 voluntários, sendo 14 com menos de 30 anos e 14 com mais de 65 anos. O ICC para o dinamômetro MAP variou de 0,94 a 0,99, próximos aos valores encontrados no presente estudo, apesar da diferença em relação ao formato da manopla da célula de carga. Além disso, nossa amostra incluiu também 21 indivíduos portadores de disfunções decorrentes de lesões do sistema musculoesquelético do membro superior, com alteração da força muscular de preensão, o que mostra a real reprodutibilidade do instrumento para casos clínicos. Em contrapartida, Wimer et al.[22] utilizaram um par de células de carga para mensurar força de preensão em sujeitos normais, cuja manopla era cilíndrica, mas não encontraram correlação entre as forças de preensão mensuradas com as células de carga e o dinamômetro Jamar®. Isso pode sugerir que a força de preensão medida possa sofrer alterações na reprodutibilidade para instrumentos de medição com cabos cilíndricos[23]. No nosso estudo a manopla foi desenvolvida no formato semicilíndrico com diâmetros similares aos do Jamar®, em duas partes acopladas, sem alterar a capacidade de preensão com os dedos.

Segundo o grupo COSMIM[19] são necessários estudos de confiabilidade dos dispositivos e instrumentos de medidas quantitativas para posterior utilização concomitante a outras ferramentas. De maneira complementar, o uso da célula de carga é capaz de medir o desenvolvimento da força de preensão em diversas disfunções, concomitante à eletromiografia ou à eletrogoniometria[24], com análise da força e tempo para atingir a fadiga. Portanto, torna-se possível a análise da função muscular[25] e dos diferentes tipos de exercícios físicos e programas de intervenção[26] complementando a análise funcional do punho e mão.

A medida de concordância entre os dois instrumentos de acordo com o método de *Bland e Altman*[19,20] mostrou alguma discrepância em poucos casos, apesar de excelente confiabilidade e baixos valores de SEM.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O estudo apresentou limitações quanto ao comprometimento de alguns voluntários em retornarem para realizar o reteste, assim como com relação à leitura da manopla de célula de carga que em uma das situações não funcionou adequadamente.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentaram excelente consistência das medidas da célula de carga em relação ao dinamômetro Jamar®, tanto para o grupo dos indivíduos assintomáticos quanto para o grupo dos portadores de disfunções do membro superior e mão, sugerindo que esse dispositivo seja válido e reprodutível, podendo ser utilizado para medidas da força de preensão isométrica da mão em futuros estudos clínicos e na prática clínica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo apoio e financiamento e aos voluntários do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Reis MM, Arantes PMM. Medida da força de preensão manual-validade e confiabilidade do dinamômetro SAEHAN. Fisioter Pesqui. 2011;18(2):176-18.
2. Amaral JF, Mancini M, Novo JM. Comparison of three hand dynamometers in relation to the accuracy and precision of the measurements. Rev Bras Fisioter. 2012;16(3):216-24.
3. Caporrino F, Faloppa F, Santos JBG, Réssio C, Soares FHC, Nakachima LR, Segre NG.Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar®. Rev Bras Ortop. 1998;33(2):150-4.
4. Ferreira A CC, Shimano AC, Mazzer N, Barbieri CH, Elui VMC, Fonseca MCR. Força de preensão palmar e pinças em indivíduos sadios entre 6 e 19 anos. Acta Ortop Bras. 2011;19(2):92-7.
5. Ly LP, Handelsman DJ. Muscle strength and ageing: methodological aspects of isokinetic dynamometry and androgen administration. Clin Experim Pharmacol Physiol. 2002;29:39-47.
6. Fess EE. Functional Tests. In: Skirven TM et al. (Ed.). Rehabilitation of the hand and upper extremity. 6th ed. Philadelphia: Mosby, 2011.cap 12, p.152-62.
7. Incel NA, Ceceli E, Durukan PB, Erdem HR, Yorgancioglu ZR. Grip strength: effect of hand dominance. Singap Med J. 2002; 43(5): 234-7.
8. Schlüssel MM, Anjos LA, Kac G. A dinamometria manual e seu uso na avaliação nutricional. Rev Nutr. 2008;21(2): 223-35.
9. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. J Hand Surg. 1984; 9:222-6.
10. Figueiredo IM, Sampaio RF, Mancini MC, Silva FCM, Souza MAP. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. Acta Fisiatr. 2007;14(2):104-10.
11. Abdalla LM, Brandão MCF. Forças de preensão palmar e da pinça digital In: Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão. Recomendações para a avaliação do membro superior. São Paulo: SBTM, 2003. cap.13, p.38-41.
12. Innes E. Handgrip strength testing: A review of the literature. Austr Occup Ther J. 1999; 46:120-40.
13. Stenlund B, Lindeback L, Karlsson D. Significance of house painters' work techniques on shoulder muscle strain during overhead work. Ergonomics. 2002;45(6):455-68.
14. Irwin CB, Sesto ME. Reliability and validity of the Multiaxis Profile Dynamometer with younger and older participants. J Hand Ther. 2010; 23:281-9.
15. Shechtman O, Hope LM, Sindhu BS. Evaluation of the Torque-Velocity Test of the BTE-Primus as a Measure of Sincerity of Effort of Grip Strength. J Hand Ther. 2007;20:326-35.
16. Turgeon TR, MacDermid JC, Roth JH. Reliability of the NK Dexterity Board. J Hand Ther. 1999;12:7-15.
17. Kottner J, Gajewski BJ, Streiner DL. Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. Intern J Nursing Stud. 2011;48:661-71.
18. Dancey C, Reidy J. Statistics Without Maths for Psychology. Essex, England: Pearson/Prentice Hall; 2007.
19. De Vet HCW, Terwee CB, Mokkink LB, Knol DL. Measurement in medicine: a practical guide. 4ª ed. New York: Cambridge, cap 5, p.96- 149, 2011.
20. Bland JM, ALTMAN DG. Measuring agreement in method comparison. Stud Stat Meth Med Res. 1999;8:135-60.
21. Soares AV, KerscherII C, UhligII L, DomenechIII SC, Borges Jr NG. Dinamometria de preensão manual como parâmetro de avaliação funcional do membro superior de pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. Fisioter Pesqui. 2011;18(4):359-64.
22. Wimer B, Dong RG, Welcome DE, Warren C, McDowell TW. Development of a new dynamometer for measuring grip strength applied on a cylindrical handle. Med Eng Phys. 2009;31:695-704.
23. Aldien Y. Welcome D, Rakheja S, Dong R, Boileau P-E. Contact pressure distribution at hand-handle interface: role of hand forces and handle size. Intern J Indust Ergon. 2005; 35:267-86.

24. Chourasia AO, Buhr KA, Rabago DP, Kijowski R, Irwin CB. Effect of Lateral Epicondylosis on Grip Force Development. J Hand Ther. 2012; 25(1):27-37.

25. Sodeberg G L, Knustson L M. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. 2000. Phys Ther; 80(5):485-98.

26. Hintermeister R A, Lange G W, Schultheis J M, Bey MJ, Hawkins R J. Electromyographic Activity and Applied Load During Shoulder Rehabilitation Exercises Using Elastic Resistance. Amer J Sport Med. 1998 26(2):210-20.