



VALIDADE E CONFIABILIDADE DA FORÇA DE PREENSÃO MANUAL AVALIADA COM UM DINAMÔMETRO DE BAIXO CUSTO

Resumo: A força de preensão manual (FPM) é uma medida utilizada para diferentes fins e uma ferramenta importante na avaliação de indicadores de saúde. Um dinamômetro adaptado com célula de carga (DA) é uma alternativa mais barata para medição da FPM e que possibilita maior variedade de parâmetros para análise. A validade e confiabilidade do DA foi avaliada com teste T para comparação entre dispositivos e entre teste vs reteste (DA). A correlação foi avaliada com o teste de Pearson. Não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas dos dispositivos e o nível de correlação observado foi alto. O mesmo foi observado para a comparação teste e reteste (DA) e os valores de correlação foram altos para Fmax e Fmed e moderados para TPF e IF. O DA apresentou uma validade e confiabilidade excelente, o que sugere aplicabilidade para diagnósticos e avaliações físicas mais precisas e com maior variabilidade de aplicação.

Descritores: Dinamômetro de Força Muscular, Força da Mão, Validade, Confiabilidade.

Validity and reliability of handgrip strength assessed with a low-cost dynamometer

Abstract: Hand grip strength (HGS) is a measurement used for various purposes and is an important tool in assessing health indicators. A dynamometer adapted with a load cell (DA) is a more affordable alternative for measuring HGS, allowing a greater variety of parameters for analysis. The validity and reliability of the DA were evaluated using a T-test for comparison between devices and test-retest (DA). Correlation was assessed using Pearson's correlation test. No significant differences were found between device measurements, and the observed level of correlation was high. The same was observed for the test-retest comparison (DA), with high correlation values for Fmax and Fmed, and moderate values for TPF and IF. The DA demonstrated excellent validity and reliability, suggesting its applicability for more accurate diagnostic and physical assessment purposes, with a wider range of applications.

Descriptors: Muscle Strength Dynamometer, Hand Strength, Validity, Reliability.

Validez y confiabilidad de la fuerza de prensión manual evaluadas con un dinamómetro de bajo costo

Resumen: La fuerza de agarre manual (FAM) es una medida utilizada para diversos fines y es una herramienta importante para evaluar indicadores de salud. Un dinamómetro adaptado con una célula de carga (DA) es una alternativa más económica para medir la FAM, lo que permite una mayor variedad de parámetros para el análisis. La validez y confiabilidad del DA se evaluaron utilizando una prueba T para la comparación entre dispositivos y entre la repetición de pruebas (DA). La correlación se evaluó mediante la prueba de correlación de Pearson. No se encontraron diferencias significativas entre las mediciones de los dispositivos, y el nivel de correlación observado fue alto. Lo mismo se observó para la comparación de las repeticiones de pruebas (DA), con valores de correlación altos para Fmax y Fmed, y valores moderados para TPF e IF. El DA demostró una excelente validez y confiabilidad, lo que sugiere su aplicabilidad para diagnósticos más precisos y evaluaciones físicas, con una mayor variedad de aplicaciones.

Descritores: Dinamómetro de Fuerza Muscular, Fuerza de la Mano, Validez, Confiabilidad.

André Cavalcante

Bacharel em Educação Física. Faculdade de Educação Física - Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

E-mail: andre_cavalcante_santos@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1023-0683>

Johan Andrés Robalino

Mestre em Educação Física. Faculdade de Educação Física - Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

E-mail: johanrobolino@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8719-5389>

Patrick dos Santos

Graduando em Educação Física. Faculdade de Educação Física - Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

E-mail: patrick28547@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3271-4564>

Victor Coutinho Costa

Mestre em Educação Física. Faculdade de Educação Física - Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

E-mail: victorcosta.vtf@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0773-5029>

Jacielle Carolina Ferreira

Doutora em Ciências do Esporte. Faculdade de Educação Física - Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

E-mail: jacielleferreira@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9321-749X>

Submissão: 28/08/2023

Aprovação: 05/10/2023

Publicação: 01/11/2023



Como citar este artigo:

Cavalcante A, Robalino JA, Santos P, Costa VC, Ferreira JC. Validade e confiabilidade da força de preensão manual avaliada com um dinamômetro de baixo custo. São Paulo: Rev Remecs. 2023; 8(14):120-129. DOI: <https://doi.org/10.24281/rremecs2023.8.14.120-129>

Introdução

A força de prensão manual (FPM) é utilizada para diferentes fins e é uma ferramenta importante na avaliação de indicadores de saúde^{1,2}. Amaral et al. (2015) mostraram que homens com baixa FPM apresentaram maiores chances de serem acometidos por hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, distúrbios musculoesqueléticos e multimorbidade, indicando haver uma associação entre FPM e comorbidades crônicas, evidenciando a importância do teste de prensão palmar isométrico como um biomarcador de saúde³.

Estes achados são reforçados por Taekema et al. (2010) que encontraram correlação entre FPM e declínio funcional em atividades da vida diária e cognição em homens idosos, sugerindo a FPM como uma variável usual para identificar as atenuações precoces aceleradas de autonomia⁴.

Mesmo em intervenção crônica envolvendo treinamento de membros inferiores, a FPM mostrou-se sensível, aumentando após cinco semanas de intervenção, o que demonstra que ela pode ser usada também como uma ferramenta de controle de adaptação funcional aguda e crônica, ao corpo inteiro⁵.

A medição da FPM é realizada comumente por meio da dinamometria, sendo o dinamômetro hidráulico Jamar® um dos modelos padrão ouro mais comuns e testados na literatura⁶⁻⁸ mas que se limita à medição apenas da força máxima por meio de uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM). Assim como o Jamar®, outros modelos hidráulicos também são confiáveis e válidos para medição da FPM, como o dinamômetro hidráulico Saehan®, mas que apresentam a mesma limitação apontada

anteriormente. Uma alternativa que possibilita a obtenção de outros indicadores de força, envolve a captação e armazenamento de dados de força utilizando células de carga, tornando viável a medida da força média e índice de fadiga^{10,11}.

Alguns modelos de dinamômetros com célula de carga já se mostraram válidos para medição da FPM, conforme demonstram os valores de Força Máxima adquiridos que apresentaram uma alta correlação com modelos tradicionais hidráulicos com $r = 0,88-0,90^{11}$, $0,99^{12}$ e $0,83-0,85^2$.

Além disso, para permitir um uso adequado dos dinamômetros que avaliam a FPM, é importante testar a confiabilidade do instrumento. A confiabilidade detém propriedades importantes que avaliam a probabilidade e reprodutibilidade da medida de uma ferramenta e estima seu potencial de aplicabilidade que deve ser testada para uma maior credibilidade no uso de um instrumento⁷. O nível de confiabilidade tem sido sugerido de acordo com valores obtidos no teste de coeficiente de correlação intraclassa (CCI), tabelada como excelente para valores maiores que 0,75; moderada, entre 0,40 e 0,75 e fraca, quando menor 0,40¹³.

Estudos prévios que analisaram a confiabilidade das medidas de FPM em adultos, utilizando dinamômetros hidráulicos convencionais, demonstraram níveis excelentes de confiabilidade do pico de Força Máxima, com CCI de 0,94 a 0,98⁶, 0,85 a 0,98¹⁴ e 0,98⁹. Da mesma maneira, estudos que utilizaram dinamômetros com células de carga, encontraram resultados semelhantes, com valores de CCI do pico de Força máxima entre 0,78 a 0,95²; 0,94 a 0,99¹¹ e 0,99¹². E valores de confiabilidade da variável Força Média que é restrita a este tipo de

modelo, com CCI entre 0,76 a 0,96¹⁵ e 0,94 a 0,99¹¹ também considerados valores excelentes de confiabilidade.

Dado que o teste de prensão manual é fácil de aplicar e é um marcador relevante de saúde e/ou desempenho, faz-se necessário testar a validade e confiabilidade de novos instrumentos que possam ser utilizados com custo inferior e que apresentem a possibilidade de análise de parâmetros de força complementares, capazes de fornecer um maior número de informações úteis adicionais. As hipóteses são que o dinamômetro adaptado com célula de carga não apresentará diferença significativa no pico de força máxima quando comparado ao dinamômetro hidráulico tradicional Saehan e apresentará boa confiabilidade para os diferentes parâmetros de força analisados.

Objetivo

Verificar a validade de um sistema de dinamometria de baixo custo, assim como a confiabilidade do teste e reteste de diferentes parâmetros da FPM.

Material e Método

Amostra

Um total de 10 adultos jovens do sexo masculino participaram do estudo. As características da amostra eram: idade (28,65±5,69 anos), massa corporal (89,00±16,64 kg) e altura (1,81±0,06 m). Para serem elegíveis como voluntários, os indivíduos não apresentaram lesões musculotendíneas prévias, histórico de lesões ou cirurgias na articulação do punho ou nas mãos, bem como nenhuma limitação motora nos membros superiores. Este estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes estabelecidas para pesquisa envolvendo seres humanos, seguindo a

Declaração de Helsinki (1995). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa institucional (CAAE: 33016620.3.0000.8124).

Procedimentos

Os participantes realizaram duas visitas ao laboratório no mesmo período do dia e com um intervalo de quatro a sete dias entre uma e outra. Na primeira visita foram esclarecidos os procedimentos da pesquisa e após a assinatura do TCLE, foi realizada a aferição das medidas antropométricas. Em seguida, os participantes realizaram o protocolo de aquecimento e na sequência o teste de FPM com o dinamômetro adaptado e com o dinamômetro hidráulico. Na segunda visita, os participantes realizaram novamente o protocolo aquecimento e na sequência o reteste da FPM somente com o dinamômetro adaptado. Fatores que podiam interferir no desempenho, foram levados em conta, dessa forma, houve padronização do estímulo verbal durante a CIVM da FPM¹⁰.

Protocolo

Inicialmente os voluntários realizaram um aquecimento que consistiu de três prensões manuais submáximas de cinco segundos cada, com 15s de intervalo entre cada uma, seguido de uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) da FPM de três segundos, no próprio dinamômetro adaptado. Um minuto após o aquecimento, foi realizado o teste máximo de prensão manual que consistiu em uma tentativa de 30s no dinamômetro adaptado, seguidos por 2 min de recuperação e novamente uma tentativa máxima de 10s no dinamômetro hidráulico (visita 1). A segunda visita,

seguiu o mesmo protocolo da primeira, contudo, o teste foi realizado somente no dinamômetro

adaptado. O diagrama em função do tempo do teste está demonstrado na figura 1.

Figura 1. Diagrama do protocolo em função do tempo.

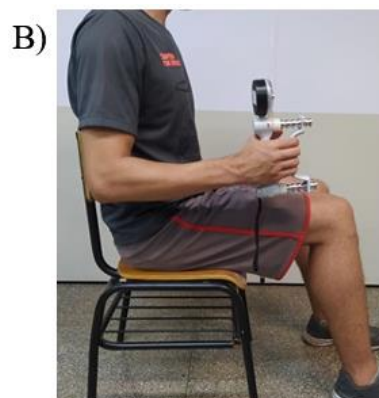
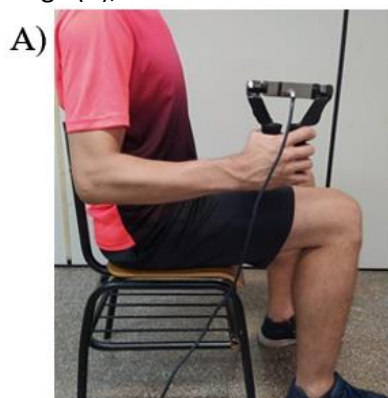
	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	FPM SUBMÁXIMO	FPM MÁXIMO	RECUPERAÇÃO	FPM MÁXIMO	RECUPERAÇÃO	FPM MÁXIMO
1º dia		 3X5'' Rec 15''	 3''	 1'	 30''	 2'	 10''
2º dia	FPM SUBMÁXIMO	FPM MÁXIMO	RECUPERAÇÃO	FPM MÁXIMO	→ Dinamômetro Adaptado → Dinamômetro Hidráulico		
	 3X5'' Rec 15''	 3''	 1'	 30''			

Fonte: Dados do projeto.

A mão utilizada para o aquecimento e o teste- reteste foi a dominante de cada voluntário. A posição para o teste seguiu um protocolo já estabelecido por estudos prévios da Sociedade Americana de Terapia da Mão¹⁶ na qual o indivíduo permanece sentado em uma cadeira sem apoio para braços, ombro em

posição neutra, cotovelo flexionado a 90 °, antebraço em posição neutra, articulação radio-carpal entre 0 ° e 30 ° de extensão e desvio ulnar entre 0 ° e 15 °, pés totalmente apoiados no chão e quadril a 90 ° de flexão o mais próximo ao encosto da cadeira possível (Figura 2).

Figura 2. Postura para realização da Força de Preensão Manual com o dinamômetro adaptado com uma célula de carga (A), e com o dinamômetro Saehan (B).



Fonte: Registro da pesquisa.

Equipamento

Um dos equipamentos utilizados para a medição da força máxima de preensão manual foi o dinamômetro comercial hidráulico da marca Saehan que é um modelo validado e confiável para a mensuração desta variável⁹.

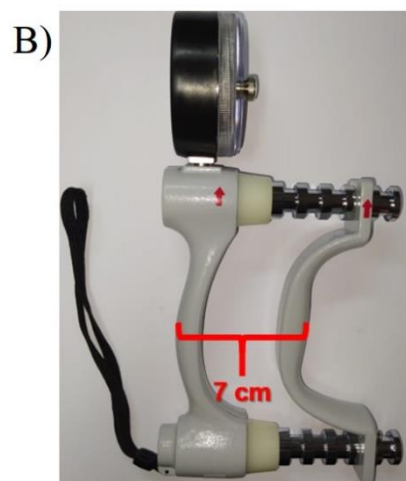
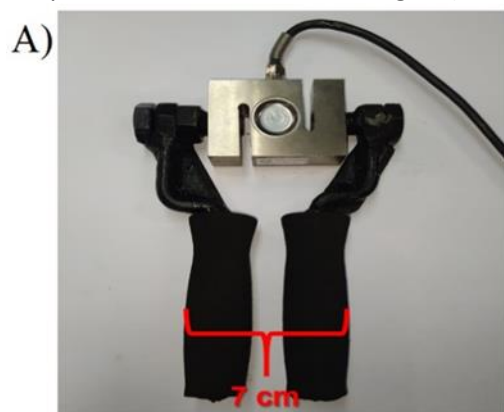
O outro dinamômetro foi adaptado com uma célula de carga com sensores tipo Strain Gauge, junto a duas manoplas confeccionadas pela equipe de pesquisadores. Essa célula de carga é sensível a forças de distensão e compressão com limite máximo de 1000 kgf. As duas extremidades possuem orifícios

próprios para o encaixe de parafusos que permitem sua adaptação a diferentes sistemas de medição.

Nesses orifícios foram utilizados dois parafusos soldados a hastes de metal dobradas para servirem como manoplas. Para fornecer conforto ao avaliado, elas foram revestidas com uma estrutura de espuma densa, na qual a soma da distância entre as manoplas

somada a espessura das duas espumas pós deformação totalizam a distância de 7 cm, similar à do Saehan. Essa distância foi mantida independentemente da estatura do indivíduo, para diminuir erros de distância entre teste e reteste no dinamômetro adaptado (Figura 3).

Figura 3. Distância padronizada para ambos os equipamentos de apreensão manual à 7 cm. A) Dinamômetro adaptado com uma célula de carga. B) Dinamômetro Saehan.



Fonte: Registro da pesquisa.

A célula de carga foi conectada a um amplificador do tipo HX711, que por sua vez estava ligado a uma plataforma de prototipagem eletrônica da marca Arduíno, modelo UNO (Arduíno®). Esse sistema de aquisição de dados permitia o registro da força ao longo do tempo a uma frequência de 80Hz. Os dados foram registrados pelo software Arduíno, e posteriormente salvos em formato txt, para análise das variáveis pretendidas no estudo. Esse sistema foi montado pela equipe de pesquisadores e, para calibração, utilizava-se massas previamente conhecidas.

Redução dos dados

Os dados foram processados no software Matlab®. Inicialmente, os dados foram submetidos a um filtro Butterworth passa-baixa de segunda ordem

com frequência de corte em 20 Hz. Em seguida, o início da contração muscular foi estabelecido manualmente. A partir desse ponto, os próximos 20 segundos de dados foram selecionados para o cálculo dos parâmetros de força.

No intervalo de análise da força, os seguintes parâmetros foram calculados: Força máxima (Fmax), que corresponde ao valor máximo (pico) de força registrado durante os 20 segundos; Força média (Fmed), obtida pela soma de todos os valores de força registrados dividida pelo número de amostras, ou seja, 1600 amostras (20 segundos de registro a 80 Hz); Taxa de produção de força (TPF), que foi calculada como a razão entre a variação da força e a variação do tempo a cada 200 ms, resultando em 16 pontos de coleta a cada segundo; e Índice de Fadiga

(IF), que foi calculado como a diferença percentual entre a Fmax e o último valor de força registrado ao final dos 20 segundos analisados.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software SPSS versão 23.0 para Windows. Os dados obtidos foram apresentados por meio da média, desvio padrão, erro padrão, valor máximo e mínimo. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Para análise da validade do DA, os valores de força

máxima foram comparados aos do DS por meio do teste t pareado.

Também foi testada a correlação da força máxima entre os dois dinamômetros por meio do teste de correlação de Pearson. Para analisar a confiabilidade do DA, foram realizados os testes t pareado e correlação de Pearson entre teste e reteste para todas as variáveis de força mensuradas, além disso, foram calculados o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) (2,1) e o percentual do coeficiente de variação (CV). O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$.

Resultados

Os resultados da estatística descritiva estão apresentados na Tabela 02, que contém os valores da média, desvio padrão, erro padrão, máximo e mínimo das variáveis medidas pelos dois instrumentos.

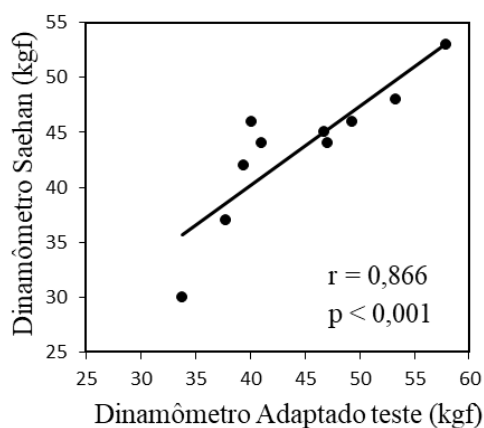
Tabela 1. Resultados descritivos das variáveis de força medidas pelo dinamômetro adaptado e pelo dinamômetro Saehan.

Instrumento	Situação	Variável	Média	DP	EP	Máximo	Mínimo
Dinamômetro Saehan	Teste	Fmax (kgf)	43,50	6,26	14,07	53,00	30,00
Dinamômetro Adaptado	Teste	Fmax (kgf)	44,65	6,81	2,15	57,94	33,79
		Fmed (kgf)	36,15	4,46	1,41	43,19	26,58
		TPF (kgf/s)	22,22	7,88	2,49	32,84	7,61
		IF (kgf)	28,56	5,12	1,62	35,80	17,02
		Fmax (kgf)	45,95	8,59	2,71	59,03	33,36
Dinamômetro adaptado	Reteste	Fmed (kgf)	37,62	7,57	2,40	50,78	24,52
		TPF (kgf/s)	17,79	6,52	2,06	33,11	9,03
		IF (kgf)	31,76	7,41	2,34	46,95	19,17

Nota: Desvio padrão (DP), Erro Padrão (EP), kgf= Quilogramas Força, Força Máxima (Fmax), Força Média (Fmed), Taxa de Produção de força (TPF) e Índice de Fadiga (IF).

Na comparação entre os instrumentos, não foram observadas diferenças significativas na Fmax registrada pelo DS e o DA ($p = 0,357$). Além disso, o teste de correlação de Pearson mostrou correlação positiva alta entre os dois instrumentos ($r = 0,866$; $p < 0,001$) (Fig.4).

Figura 4. Gráfico da correlação de Pearson com valores de Coeficiente de correlação (r) e significância (p) dos dados de Fmax do DS e DA.



Quanto à confiabilidade do DA, nenhuma das variáveis investigadas apresentou diferença entre teste e reteste. A força máxima e força média apresentaram os maiores valores de correlação e CCI, enquanto a taxa de produção de força e o índice de fadiga, apresentaram valores moderados (Figura 05). Destaca-se ainda baixos valores de CV para todas as variáveis, exceto para taxa de produção de força.

Figura 5. Gráfico de Correlação de Pearson: Coeficiente de Correlação (r) e Valores de Significância (p) teste vs reteste do Dinamômetro Adaptado nas variáveis Força Máxima (Gráfico A), Força Média (Gráfico B), Taxa de Produção de Força (Gráfico C) e Índice de Fadiga (Gráfico D).

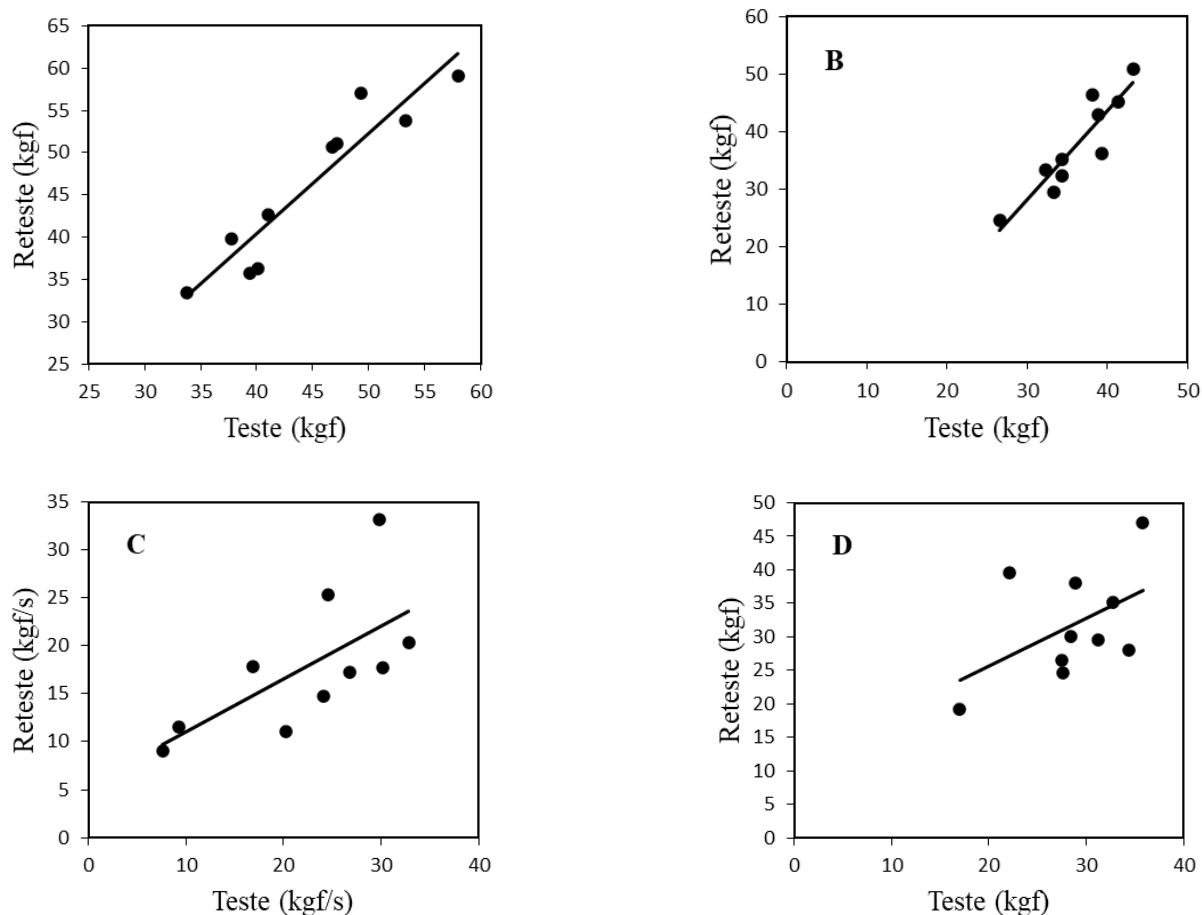


Tabela 2. Comparação entre Teste e Reteste do DA: Coeficiente de Variação (CV), valores de p do Teste t de Student pareado e Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) nas variáveis Fmax (força máxima), Fmed (força média), TPF (taxa de produção de força) e IF (índice de fadiga).

Instrumento	Variáveis	Diferença CV (%)	Teste T	CCI
Dinamômetro adaptado	Fmax	1,59	0,275	0,916
	Fmed	1,94	0,314	0,798
	TPF	18,13	0,064	0,653
	IF	7,19	0,198	0,464

Nota: O valor adotado de alpha foi 0,05.

Fonte: Resultado do teste t Student pareado e fidelidade do Coeficiente de Correlação Intraclasse.

Discussão

O objetivo deste estudo foi verificar a validade e a confiabilidade de diferentes parâmetros da FPM avaliados através de um sistema de dinamometria de baixo custo. Os presentes achados demonstram não haver diferença na força medida entre os instrumentos, além de um alto valor de correlação de (0,86), dados suficientes para garantir a validade do DA, confirmando a hipótese de validade apresentada.

A comparação entre teste e reteste do dinamômetro adaptado demonstrou excelente correlação da Fmax (CCI=0,92) e Fmed (CCI=0,80) e correlação moderada para a TPF (CCI=0,65) e IF (CCI=0,46). Não houve diferenças significativas entre teste e reteste para nenhuma das variáveis medidas com o DA. Porém, para TPF, ainda foi observado um CV elevado, acima de 15%, sugerindo cautela na utilização dessa variável. Portanto, a segunda hipótese também foi confirmada, e o dinamômetro adaptado se mostrou uma ferramenta válida e confiável para a medição da FPM.

A excelente correlação da FPM entre DA e DS, corrobora com achados prévios da literatura^{2,11}. Contudo, um estudo que também analisou os valores de FPM de um dinamômetro com célula de carga vs modelo tradicional não encontrou uma correlação

significativa entre as medidas¹⁷, o que contraria nossos achados. Esse resultado conflitante pode ser explicado possivelmente pelo formato do dinamômetro utilizado pelos autores, tendo em vista que neste estudo o formato adotado foi cilíndrico, enquanto o modelo que utilizamos é semelhante ao proposto por Barbosa et al. 2015, que apresenta maior semelhança estrutural com os dinamômetros hidráulicos e que também se mostrou válido para medição da FPM.

O formato diferente do equipamento pode ocasionar a atuação distintas dos vetores de força. Essa explicação ganha força, tendo em vista que Irwin e Sesto (2010) também utilizaram um dinamômetro em formato cilíndrico (MAP) em seu estudo e embora tenham encontrado alta correlação entre as medidas dos dispositivos, encontraram diferenças significativas entre as medidas após uma análise de variância, o que não aconteceu em nosso estudo. Sendo, portanto, o formato que adotamos possivelmente mais adequado no quesito validade da medida.

No que diz respeito à confiabilidade do DA, a Fmax apresentou excelente confiabilidade com um valor de CCI de 0,92. Este resultado corrobora com estudos prévios também realizados com

dinamômetros com célula de carga que apresentaram valores de CCI de 0,78 a 0,95², 0,94¹¹ e 0,90 a 0,98¹⁵. O nível de confiabilidade da medida se aproxima inclusive aos de dinamômetros tradicionais padrão ouro, como encontrado em outros estudos com valores de CCI de 0,99⁶, 0,94 a 0,98¹⁴ e 0,98⁹. O mesmo aconteceu com a medida de Fmed (CCI=0,80) que também apresentou uma excelente consistência absoluta de medida, assim como já tinha sido demonstrado anteriormente por outros autores com valores de CCI de 0,76 a 0,96¹⁵ e 0,94 a 0,99¹¹.

Os valores de CCI do IF e da TPF foram de 0,46 e 0,65, respectivamente, o que mostrou uma confiabilidade moderada. Até onde sabemos, não existem estudos semelhantes que analisaram a confiabilidade destas variáveis na FPM, sendo este o primeiro estudo a explorar essas possibilidades que um dinamômetro com célula de carga proporciona, o que dificulta a explicação dos motivos para essas variáveis apresentarem menor nível de confiabilidade comparado a Fmax e Fmed. Apesar disso, a análise do Test T não demonstrou diferenças significativas entre as medidas do teste e reteste, o que aumenta a confiança quanto a consistência dessas medidas.

Apesar de existirem na literatura vários estudos que suportam a ideia de que dinamômetros com célula de carga são modelos confiáveis para medição do pico de Força máxima e da Força média em um teste de FPM^{2,11,15,18}, as diferenças entre modelos limitam a extrapolação dos desfechos encontrados para todos os equipamentos deste tipo. O formato dos dinamômetros utilizados, conforme já comentado anteriormente, pode afetar a interação dos vetores de força influenciando diretamente na medição do equipamento¹⁹.

As adaptações com células de carga podem ser realizadas com manoplas cilíndricas¹⁷, como o Grippit^{15,18} e o MAP¹¹ ou em um formato semelhante ao demonstrado na fig. 3 do presente estudo, também utilizado em estudo anterior e que parece uma melhor alternativa até o momento². Outro aspecto a se considerar é o sistema de medição, amplificação e conversão de dados (componentes eletrônicos) utilizado em cada estudo, o que também dificulta a extrapolação dos achados desse estudo, para outros sistemas que utilizam células de carga para medida da força de preensão manual.

Uma limitação do equipamento testado é a forma de adaptação do dinamômetro para aplicação da força de preensão manual, tendo em vista que apesar da boa validade e confiabilidade encontrada, não é possível fazer uma regulação individual tão precisa das hastes do equipamento o que pode resultar em uma adequação não ideal à mão de alguns avaliados²⁰. Como limitação do estudo, destaca-se o fato de os voluntários não serem familiarizados com o teste de FPM com duração mais longa, o que pode ter influenciado na menor confiabilidade dos parâmetros de TPF e do IF devido à uma menor capacidade de regulação da força aplicada ao longo do tempo, assim como da sustentação dessa força por um período prolongado.

Conclusão

A validade e confiabilidade de diferentes parâmetros de força avaliados com um sistema de dinamometria de baixo custo, se mostrou excelente, o que sugere aplicabilidade para diagnósticos e avaliações físicas mais precisas e com maior variabilidade de aplicação.

Contudo, os resultados devem ser interpretados com cautela, especialmente da TPF, tendo em vista a limitação que envolve as especificidades do dinamômetro testado.

Referências

- Innes E. Feature Article OA 182 EN Handgrip strength testing: A review of the literature. *Aust Occup Ther J.* 1999; 46(April):120-40.
- Barbosa AM, Camassuti PAS, Tamanini G, Marcolino AM, Barbosa RI, Fonseca MCR. Confiabilidade e validade de um dispositivo de célula de carga para avaliação da força de preensão palmar TT - Fiabilidad y validez de un dispositivo de célula de carga para evaluar la fuerza de prensión palmar TT - Reliability and validity of a load ce. *Fisioter Pesqui.* 2015; 22(4):378-85.
- Amaral CA, Portela MC, Muniz PT, Farias ES, Araújo TS, Souza OF. Association of handgrip strength with self-reported diseases in adults in Rio Branco, Acre State, Brazil: a population-based study. *Cad Saude Publica.* 2015; 31(6):1313-25.
- Taekema DG, Gussekloo J, Maier AB, Westendorp RGJ, Craen AJM. Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old. *Age Ageing.* 2010; 39(3):331-7.
- Santos FC, Benassi R, Gonçalves LCO. A influência de cinco semanas de treinamento de força para membros inferiores na força de preensão manual, em mulheres sedentárias. *Rev Bras Prescrição Fisiol Exerc.* 2012; 6(33):284-90.
- Gerodimos V. Reliability of handgrip strength test in basketball players. *J Hum Kinet.* 2012; 31(1):25-36.
- Gerodimos V, Karatrantou K, Psychou D, Vasilopoulou T, Zafeiridis A. Static and Dynamic Handgrip Strength Endurance: Test-Retest Reproducibility. *J Hand Surg Am.* 2017; 42(3):e175-84.
- Bohannon RW, Schaubert KL. Test-retest reliability of grip-strength measures obtained over a 12-week interval from community-dwelling elders. *J Hand Ther.* 2005; 18(4):426-8.
- Reis MM, Arantes PMM. Medida da força de preensão manual- validade e confiabilidade do dinamômetro saehan. *Fisioter e Pesqui.* 2011; 18(2):176-81.
- Dias JA, Ovando AC, Kulkamp W, Junior NGB. Força de preensão palmar: Métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 2010; 12(3):209-16.
- Irwin CB, Sesto ME. Reliability and validity of the multiaxis profile dynamometer with younger and older participants. *J Hand Ther.* 2010; 23(3):281-9.
- Shechtman O, Gestewitz L, Kimble C. Reliability and validity of the DynEx dynamometer. *J Hand Ther.* 2005; 18(3):339-47.
- Kottner J, Audige L, Brorson S, Donner A, Gajewski BJ, Hróbjartsson A, et al. Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. *Int J Nurs Stud.* 2011; 48(6):661-71.
- Peolsson A, Hedlund R, Oberg B. Intra- and inter-tester reliability and reference values for hand strength. *J Rehabil Med.* 2001; 33(1):36-41.
- Svensson E, Waling K, Häger-Ross C. Grip strength in children: Test-retest reliability using Grippit. *Acta Paediatr Int J Paediatr.* 2008; 97(9):1226-31.
- Mathiowetz, V.; Kashman, N.; Volland, G.; Weber, K.; Dowe M. R. Grip and pinch strength normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985; 66(2):69-74.
- 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(6):695-704.
- 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.
- Hamill, J.; Knutzen, K. M.; Derrick TR. Bases biomecânicas do movimento humano. 4a edição. 2016; 512.
- Eksioglu M. Relative optimum grip span as a function of hand anthropometry. *Int J Ind Ergon.* 2004; 34(1):1-12.

Agradecimentos

(FAPEMAT), (UFMT), (CAPES).