

Análise Correlacional da Força de Membros Superiores de Universitários entre os Testes de Dinamometria Isométrica e Esfigmomanômetro

Emerson Miguel Benedito¹, Luíz Cláudio Henrique¹, Ricardo da S.
Alves²

Resumo | Introdução: A avaliação de força muscular é um parâmetro essencial na prática fisioterapêutica, comumente avaliado por dinamômetro, com bons índices de confiabilidade. No entanto, os dinamômetros são inacessíveis para a maioria dos profissionais, necessitando de métodos de avaliação de baixo custo e que forneça mensurações objetivas e adequadas. **Objetivo:** avaliar a correlação entre o dinamômetro isométrico e o teste de esfigmomanômetro modificado (TEM) para avaliação da força muscular de flexores e extensores do cotovelo. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal e correlacional, o qual contou com a participação de 31 voluntários, de ambos os sexos (média: 22.98 ± 2.26 anos), não praticantes de atividade física regular. Todos os voluntários foram submetidos a avaliação da força muscular por dois métodos, escolhidos de forma aleatória, sendo eles: dinamômetro isométrico e teste do esfigmomanômetro modificado. Para ambos os métodos, foram realizados três registros e obtidos os valores de média. **Resultados:** Nas análises, foi possível observar altos níveis de correlação significativa entre os valores obtidos pelo dinamômetro e TEM para os músculos flexores do cotovelo (esquerdo: $r = 0,725$; $p < 0,001$; direito: $r = 0,671$; $p < 0,001$) e extensores do cotovelo (esquerdo: $r = 0,629$, $p < 0,001$; direito: $r = 0,615$, $p = 0,001$). **Conclusão:** O TEM apresentou alta correlação com o dinamômetro isométrico para os músculos do cotovelo, apresentando-se como uma alternativa viável para avaliação da força muscular.

Palavras-chaves: Dinamômetro de força muscular; força muscular; cinesiologia; reabilitação.

Abstract | To The assessment of muscle strength is an essential parameter in physical therapy practice, commonly assessed by dynamometer, with good reliability rates. However, dynamometers for most professionals are inaccessible, requiring low-cost evaluation methods that provide objective and adequate measurements. **Objective:** Strength assessment between isometric dynamometer and modifier sphygmomanometer test (TEM) for muscle flexors and elbow extensors. **Methods:** This is a cross-sectional and correlational study. The study included 31 voluntary activities of both sexes (age: 22.98 ± 2.26 years), who did not practice regular physical activity. Randomly, all volunteers were chosen to assess muscle strength by two methods, isometric dynamometer and modified sphygmomanometer test. For both methods, three records were performed and the mean values obtained. **Results:** in the correlation analysis, it was possible to observe high levels of significant correlation between the values obtained by the dynamometer and 'TEM' for the elbow flexor muscles. (left: $r=0.725$; $p < 0.001$; TEM: $r=0.671$; $p < 0.001$) and elbow extensors (left: $r=0.629$, $p < 0.001$; right: $r=0.615$, $p=0.001$). **Conclusions:** The 'TEM' A high correlation with the isometric dynamometer for the elbow muscles, suggesting a viable alternative for the assessment of muscle strength .

Keywords: muscle strength, kinesiology ,rehabilitation

¹Curso de Fisioterapia - Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS), Pouso Alegre (MG), Brasil

²Curso de Fisioterapia – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Alfenas (MG), Brasil

Correspondência para: Ricardo da Silva Alves Curso de Fisioterapia - Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS), Pouso Alegre (MG), Brasil.

INTRODUÇÃO

A contração muscular voluntária é vital para o funcionamento físico humano, pois os músculos geram forças articulares necessárias para o movimento, estabilização articular e manutenção da postura. Dessa forma, é importante analisar de uma maneira precisa as capacidades musculares do indivíduo, com a finalidade de identificar possíveis fraquezas causadas por doenças ou pelo envelhecimento. Por meio disso, o fisioterapeuta, posteriormente, pode prescrever um tratamento e monitorar adequadamente o progresso ou reabilitação do paciente ¹.

A força muscular é um importante parâmetro clínico, pois está associada a um componente da aptidão física em inúmeras modalidades esportivas, exercendo papel relevante no desempenho dos atletas. A avaliação dessa habilidade é utilizada em campos como a medicina desportiva, a reabilitação física, a ergonomia e a prática clínica². Dentro desse contexto, um exame físico é realizado de modo a prevenir e intervir em indivíduos adoecidos e/ou saudáveis, melhorando a performance deles para a realização de diversas atividades².

A mensuração da força muscular pode ser realizada por diversos métodos, incluindo os dinamômetros isocinético,

isométrico e os portáteis. Dentre eles, o dinamômetro isocinético tornou-se o padrão ouro para avaliações do desempenho muscular, patologias em pesquisa, esporte de elite e a prática clínica³. Esse equipamento avalia a força máxima concêntrica e excêntrica dos músculos, mantendo uma velocidade constante por toda a amplitude de movimento³.

Outro aparelho que pode ser utilizado é o dinamômetro isométrico acoplado a uma célula de carga que contém sensores de tração e compressão, estimando a força máxima isométrica dos músculos dos membros inferiores e dos membros superiores ⁴.

Além disso, os dinamômetros portáteis e/ou isocinéticos apresentam alto custo para o uso clínico, tornando-se necessário o uso de equipamentos mais acessíveis para mensurar a força muscular.

Um método alternativo para avaliar esse parâmetro no ambiente clínico é o Teste do Esfigmomanômetro Modificado (TEM), apresentando vantagens em relação aos testes manuais e o dinamômetro portátil².

O TEM consiste no uso do esfigmomanômetro aneróide que é uma ferramenta de baixo custo, portátil e facilmente encontrada pelos profissionais da área da saúde para avaliação da pressão arterial⁶.

Esse aparelho possui como características marcantes a sua rapidez e facilidade de execução, além de possuir procedimentos semelhantes aos testes manuais (TMM) e ao dinamômetro portátil. Obtém

valores objetivos em milímetros de mercúrio (mmHg) que podem ser associados a medidas de força muscular e apresenta baixo custo, quando comparado com os dinamômetros⁴.

Alguns critérios, como a validade e a confiabilidade deste instrumento, já foram investigados em algumas populações, tendo sido relatados resultados satisfatórios. Assim, comprova-se que ele fornece medidas objetivas, válidas e confiáveis da força muscular⁴.

Essa atual análise fez uso do TEM, adquirindo o resultado da avaliação a partir da média de três repetições do exercício. Comprovando o grande potencial que esse teste apresenta para ser empregado na prática clínica por ser um equipamento portátil, com baixo custo e de fácil acesso aos profissionais da saúde⁷.

Diante disso, o objetivo deste artigo foi avaliar a força muscular isométrica de flexores e extensores de cotovelo, correlacionando os resultados obtidos no dinamômetro isométrico e no esfigmomanômetro².

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo consiste em uma pesquisa transversal, quantitativa e correlacional, que segue as normas da resolução 466/12 CNS e encontra-se

aprovado no comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS), sob o nº 5.469.552.

Foi realizado um estudo metodológico com 31 adultos não praticantes de atividade física regular. Avaliou-se a força muscular isométrica dos músculos flexores e extensores do cotovelo por meio dos testes do dinamômetro isométrico e do esfigmomanômetro.

Foram admitidos nesta investigação universitários com idade entre 18 e 40 anos ($22,98 \pm 2,26$ anos), de ambos os sexos, que concordaram em participar do trabalho e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram excluídos os indivíduos com idade menor que 18 anos e maior que 40 anos, indivíduos que apresentam dificuldades de compreensão, possuem comprometimento ou ausência de movimentos de membros superiores e/ou inferiores e indivíduos portadores de miopatias ou lesões neurológicas.

Procedimentos de Avaliação

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Motricidade Humana no Campus Central da Universidade do Vale do Sapucaí, localizada na cidade de Pouso Alegre, Minas Gerais. Durante a avaliação, todos os voluntários receberam instruções verbais e demonstração do exercício para que familiarizassem com os procedimentos que seriam submetidos.

Na figura 1 e 2 são apresentados os componentes que foram necessários para realização do estudo e o layout do software do equipamento.



Figura 1. Display e Software



Figura 2. Aparelho de esfigmomanômetro aneróide

Para analisar a força muscular isométrica flexora e extensora do cotovelo foi utilizado o dinamômetro isométrico interligado ao microcomputador. Esse equipamento permite a mensuração em quilogramas-força (kgf).

O voluntário foi posicionado sentado em uma cadeira com dorso encostado, tornozelo em posição neutra, joelho e tronco fletidos 90°, cotovelo fletido a 90° e com o antebraço neutro. Colocou-se uma cinta na parte distal do punho, conectando-a ao dinamômetro que foi fixado no chão. Após o posicionamento adequado, solicitou-se ao

paciente que realizasse a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos flexores do cotovelo.

Contudo, para avaliar a força isométrica dos músculos extensores de cotovelo, o voluntário foi orientado a estar em posição ortostática, com o membro superior a ser testado posicionado a 90° de flexão de cotovelo e com antebraço em posição neutra. Posicionou-se, também, uma cinta na parte distal do punho para conectá-lo ao dinamômetro. Com o posicionamento adequado, solicitou-se que o paciente realizasse a CIVM dos músculos extensores do cotovelo.



Figura 3. Flexão e extensão de cotovelo em dinamômetro isométrico

Para examinar a CIVM por meio do esfigmomanômetro foram adotados os procedimentos preconizados por SOUZA *et al* (2013) descritos abaixo.

O esfigmomanômetro foi insuflado a 20 mmHg e posicionado entre uma superfície rígida e a região distal do antebraço. Na flexão do cotovelo, o voluntário foi orientado a pressionar o esfigmomanômetro com a face anterior do antebraço, enquanto na extensão de cotovelo deveria exercer uma pressão no equipamento com a face dorsal do antebraço¹.



Figura 4. Flexão e extensão de cotovelo em esfigmomanômetro Aneróide

O procedimento consistiu na realização de três registros de CIVM dos músculos escolhidos, com duração de 6 segundos cada repetição. Foi dado um minuto de descanso antes de repetir o movimento. Todos os voluntários receberam o mesmo comando verbal para dar início e manter a contração: "Um, dois, três e já! Força! ... Força! ... Força! ... Relaxa!". Além disso, os grupos musculares sempre foram avaliados na mesma ordem: flexores e extensores de cotovelo.

Análise de dados

Os dados sociodemográficos e clínicos dos participantes foram organizados em tabelas, com auxílio do programa Microsoft Office Excel 2013. Enquanto na análise estatística utilizou-se o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, IBM Corp. Chicago, IL, USA) v. 20.0 para Windows. Inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*,

sendo considerado $p > 0,05$ como distribuição normal.

Para correlacionar os dados quantitativos obtidos pelo teste do esfigmomanômetro e do dinamômetro isométrico, os resultados serão expressos a partir da média entre eles e o seu desvio padrão. Caso os dados das amostras apresentassem distribuição normal, seria usado o teste de correlação de *Pearson*. Entretanto, se a distribuição fosse não normal, seria utilizado o teste de *Rho Spearman*.

A interpretação dos parâmetros de correlação (r) considerou os seguintes critérios: valores maiores que 0,50 como fortes correlações; valores entre 0,30 e 0,50 como moderadas correlações; valores menores que 0,29 como baixas correlações (COHEN, 1992). Para todas as variáveis foram considerados um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

O presente estudo, avaliou 31 voluntários, com idade média de 22,46 anos, no período entre abril e setembro de 2022. Os resultados foram organizados em duas tabelas apresentadas abaixo.

Na tabela 1 são apresentados os dados sociodemográficos dos participantes da coleta do estudo.

Já a tabela 2 expõe os valores da média da força isométrica dos músculos flexores e extensores de cotovelo, obtidos após os testes nos participantes.

Tabela 1. Dados sociodemográficos dos participantes.

Variáveis	Força de MMSS	Valor p
Idade (anos)	23,440 ± (2,180)	
Gênero – n (%)	Feminino	26 (86,67)
	Masculino	4 (13,33)
Massa (Kg)	66,940 ± (13,056)	
Altura (m)	1,595 ± (0,342)	
IMC (Kg/m ²)	24,034 ± (3,530)	

Fonte: Próprio autor (2022).

Tabela 2. Resultados da média e desvio padrão da força isométrica máxima dos músculos flexores e extensores de cotovelo.

Variáveis	Célula de Carga (Kg)	Esfigmomanômetro (mmHg)	Valor de r	Valor de p
Flexão de Cotovelo Direito	15,440 ± (6,081)	123,386 ± (36,407)	0,671	<0,001
Extensão de Cotovelo Direito	9,857 ± (4,001)	89,773 ± (29,636)	0,725	<0,001
Flexão de Cotovelo Esquerdo	14,904 ± (5,745)	117,440 ± (44,476)	0,629	<0,001
Extensão de Cotovelo Esquerdo	9,698 ± (5,229)	91,733 ± (31,064)	0,615	0,001

Legenda ICC: índice de confiabilidade; IC 95%: intervalo de confiança 95%, kg: quilogramas; m: metros; kg/m², valor de r, valor de p. **Fonte:** Próprio Autor (2022).

DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, foi possível observar alta correlação positiva entre o uso do dinamômetro isométrico e o TEM para analisar a força muscular de flexores e extensores de cotovelo. Os nossos achados se assemelham a outras investigações que correlacionaram o uso do TEM com o dinamômetro portátil ⁸.

A adequada padronização da mensuração da força muscular entre os instrumentos é um fator a ser considerado nos procedimentos de avaliação, tendo em vista as significativas correlações obtidas neste artigo ¹¹.

Verificou-se que a maioria dos estudiosos comparam a utilização do TEM e do dinamômetro portátil para examinar os grupos musculares de membros superiores, enquanto esse trabalho se diferencia pelo uso do dinamômetro isométrico ¹³.

Entretanto, estudos realizados por Souza et al.(2014) que comparam o uso dos primeiros equipamentos citados acima, apresentam maiores níveis de correlação entre eles do que os equipamentos utilizados nesse trabalho ².

Dessa forma, entende-se que a mensuração da força muscular por meio do dinamômetro isométrico, fixado a uma superfície rígida, pode apresentar

comportamentos diferentes do dinamômetro portátil ¹⁰⁻¹³.

Uma das possíveis razões dessa diferença, é o fato de o aparelho portátil usar os padrões de testes de força muscular manual, enquanto o dinamômetro isométrico obtém os valores da força muscular em posições articulares padronizadas⁶.

Além disso, a diferença entre os dados pode estar associada a algumas adaptações do TEM como, por exemplo, a elasticidade da bolsa. Essa característica pode exigir maior quantidade de ar na pré-insuflação do equipamento para atingir maior área de contato com a pele do participante e atingir maiores valores de pressão quando uma força externa é aplicada⁵.

Por outro lado, a maior área de contato da pele com o esfigmomanômetro e contra a superfície rígida pode resultar em menores valores de pressão. Nesse sentido, torna-se necessário a avaliação desses fatores para garantir resultados mais precisos entre os instrumentos ¹³.

A utilização do TEM para fornecer as medidas de força muscular dos indivíduos tinha como objetivo demonstrar seu elevado potencial para uso clínico, principalmente por não exigir grandes gastos e nem demandar muito tempo profissional para realizar adaptações no equipamento ².

Algumas das limitações encontradas durante a pesquisa foram em relação ao número amostral, pois contou-se com a participação de

apenas 31 pessoas, sendo a maioria composta pelo sexo feminino (26 mulheres e 5 homens). Notou-se, também, que os voluntários possuíam o lado direito dominante.

Outro fator limitante foi a amplitude de medida do equipamento que restringia a utilização do mesmo para análise de indivíduos mais fortes, uma vez que esses ultrapassam a capacidade máxima de leitura do equipamento.

Para a mensuração da força muscular nesses indivíduos, uma alternativa seria a utilização do esfigmomanômetro de coluna de 900 mmHg, ao invés do esfigmomanômetro aneróide convencional. No entanto, isso pode dificultar o transporte do equipamento, fazendo com que o método deixe de apresentar um de seus pontos positivos, a portabilidade.¹⁵

Por fim, não foram abordadas as propriedades de medida do TEM quando esse é utilizado para analisar a força de indivíduos que apresentam algum comprometimento nessa habilidade. Entretanto, considerando que essas propriedades são relacionadas as características do grupo populacional que podem apresentar a necessidade de uma avaliação, chega-se à conclusão que o TEM pode ser utilizado na prática clínica para mensurar a força muscular desses indivíduos¹⁶⁻¹⁸.

CONCLUSÃO

Conclui-se, por meio dessa pesquisa que a utilização do TEM como avaliação de força muscular é uma alternativa viável para os profissionais da saúde, pois ficou comprovado uma alta correlação entre o dinamômetro isométrico e o uso do esfigmomanômetro para avaliar a força dos músculos flexores extensores de cotovelo¹⁴⁻²⁰.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a Fundação da Universidade do Vale do Sapucaí e a todos os participantes pela colaboração no presente estudo.

REFERÊNCIAS

1. Souza, Lucas Araújo Castro et al. Avaliação da força muscular pelo teste do esfigmomanômetro modificado: uma revisão da literatura. *Fisioterapia em Movimento*. 2013; 26 (2): 437-452,.
2. Souza, Lucas AC et al. Avaliação da força muscular com o teste do esfigmomanômetro modificado: qual o melhor método e forma de operacionalização. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2014; 18: p. 191-200.
3. Stark, Timothy et al. Correlação da dinamometria manual com a dinamometria isocinética padrão-ouro: uma revisão sistemática. *PM&R*. 2011; 3(5), pág. 472-479.

4. Hirano, M.; Kato M.; Gomi, M.; Arai, S. Validity and reliability of isometric knee extension muscle strength measurements using a belt-stabilized hand-held dynamometer: a comparison with the measurement using an isokinetic dynamometer in a sitting posture. *J Phys Ther Sci.* 2020; 32(2):120-124.
5. Kimberlin, C. L.; Winterstein, A. G.; Validity and reliability of measurement instruments used in research, *American Journal of Health-System Pharmacy.* 2008; 65:2276–2284.
6. Lucareli, Paulo Roberto Garcia et al. Comparação dos métodos de mensuração da força muscular dos flexores dos dedos das mãos através da dinamometria manual e esfigmomanômetro modificado. *Einstein (São Paulo)* 2010; 8, p. 205-208.
7. Silva BBC, Venturato ACT, Aguiar LT, Filho LFR, Faria CDC, Polese JC. Validity and reliability of the Modified Sphygmomanometer Test with fixed stabilization for clinical measurement of muscle strength. *Journal of Bodywork and Movement Therapies Home.* 2019 May; 14: 844-849.
8. Martins JC, Teixeira LF, Souza LAC, Aguiar LT, Lara LM, Moura JB, Coelho CD. Reliability and validity of the modified sphygmomanometer test for the assessment of strength of upper limb muscles after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2015 Sep 10;47(2015):697-705.
9. Hamilton GJ, McDonald C, Chenier TC. Measurement of Grip Strength: Validity and Reliability of the Sphygmomanometer and Jamar Grip Dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1992 Nov 05; 16(5): 215-219.
10. Bandinelli, S.; Benvenuti, E.; Del, L. I.; Baccini, M.; Benvenuti, F.; Di, I. A. et al. Measuring muscular strength of the lower limbs by hand-held dynamometer: a standard protocol. *Aging Clin Exp Res.* 1999; 11(5):287–93.
11. Franco, R.; Natalia et al. Validity and reliability of a low-cost dynamometer to assess maximal isometric strength of upper
12. Bandinelli, S.; Benvenuti, E.; Del, L. I.; Baccini, M.; Benvenuti, F.; Di, I. A. et al. Measuring muscular strength of the lower limbs by hand-held dynamometer: a standard protocol. *Aging Clin Exp Res.* 1999;11(5):287–93.
13. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, et al. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. *Plos One.* 2015 Oct 28:1-18.
14. Amaral JF, Mancini M, Novo-Júnior JM.

Comparison of three hand dynamometers in relation to the accuracy and precision of the measurements. *Rev Bras Fisioter.* 2012; 16(3): 216-24.

15. Hamilton GF, McDonald C, Chenier TC. Measurement of grip strength: validity and reliability of the sphygmomanometer and Jamar grip dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992; 16(5): 215-9.

16. Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA. The modified sphygmomanometer - an instrument to measure muscle strength: a validation study. *J Chronic Dis.* 1981; 34(7): 353-61.

17. Martins, Júlia C et al. "Assessment of grip strength with the modified sphygmomanometer test: association between upper limb global strength and motor function." *Brazilian journal of physical therapy.* 2015; 19(6): 498-506.

18. Silva, BBC et al. "Confiabilidade interexaminadores do teste e re-teste do esfigmomanômetro modificado em indivíduos saudáveis." *Conexão Ci.* 2017; 12(1): 38-45.

19. Bandinelli, S.; Benvenuti, E.; Del, L. I.; Baccini, M.; Benvenuti, F.; Di, I. A. et al. Measuring muscular strength of the lower limbs by hand-held dynamometer: a standard protocol.

Aging Clin Exp Res. 1999; 11(5): 287-93.

20. Kimberlin, Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA. The modified sphygmomanometer - an instrument to measure muscle strength: a validation study. *J Chronic Dis.* 1981; 34(7): 353-61.