

Confiabilidade e reprodutibilidade da medida de diferentes manifestações da força muscular

Reliability and reproducibility of the measurement of different muscle strength manifestations

Daniela Bárbara Moreira Martins¹ , Ítalo Santiago Alves Viana¹ , Sandro Fernandes da Silva¹ ,
Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira¹ , Osvaldo Costa Moreira¹ 

1. Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, Florestal, MG, Brasil

RESUMO

Introdução: Estudos que avaliam a reprodutibilidade dos testes de CVIM e potência muscular são escassos e, muitas vezes, com baixa aplicabilidade prática. **Objetivo:** Avaliar a confiabilidade e a reprodutibilidade de testes para a medida de diferentes manifestações da força muscular. **Métodos:** Foram avaliados 19 homens saudáveis, com $23,36 \pm 2,35$ anos, com $1,82 \pm 0,06$ m e $80,17 \pm 11,57$ kg, sem experiência com treinamento de resistido (TR) e sem vivência com os protocolos dos testes realizados. Os voluntários foram submetidos a duas avaliações de força máxima isométrica (CVIM), força máxima dinâmica (1RM), e potência muscular, respectivamente, separadas por 72h. **Resultados:** Para todos os protocolos de avaliação da força muscular foi encontrado um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) com força de concordância alta a muito alta ($CCI \geq 0,79$). No entanto, todas as medidas apresentaram coeficiente de variação (CV) moderados: CVIM (CV = 12,0%), potência muscular média a 40%, 60% e a 80% da 1RM (CV = 16,2%, 11,0% e 14,0% respectivamente) e potência muscular pico (PP) a 60% e a 80% da 1RM (CV = 11,8% e 13,3% respectivamente), à exceção da RM (CV = 6,4%), e da PP a 40% de 1RM (CV = 5,8%), com um erro padrão de medida (EPM) aceitável. **Conclusão:** Os valores altos a muito altos para o CCI indicam uma excelente confiabilidade das medidas nas diferentes manifestações de força muscular, no entanto, visto que os voluntários não tinham experiência com TR, recomenda-se um processo de familiarização prévio à realização dos testes, no sentido de melhorar os indicadores de reprodutibilidade dos mesmos.

Palavras-chave: saúde; força muscular; potência muscular.

ABSTRACT

Introduction: Studies that evaluate the reproducibility of CVIM and muscle power tests are scarce and often have low practical applicability. **Objective:** To evaluate the reliability and reproducibility of tests for measuring different manifestations of muscle strength. **Methods:** Nineteen healthy men, aged 23.36 ± 2.35 years, 1.82 ± 0.06 m and 80.17 ± 11.57 kg, with no experience with resistance training (RT) and no experience with the test protocols performed were evaluated. The volunteers were submitted to two assessments of maximum isometric strength (CVIM), maximum dynamic strength (1RM), and muscle power, respectively, separated by 72 hours. **Results:** For all muscle strength assessment protocols, an intraclass correlation coefficient (ICC) with high to very high strength of agreement ($ICC \geq 0.79$) was found. However, all measurements showed a moderate coefficient of variation (CV): CVIM (CV = 12.0%), mean muscle power at 40%, 60%, and 80% of the 1RM (CV = 16.2%, 11.0% and 14.0% respectively) and peak muscle power (PP) at 60% and 80% of 1RM (CV = 11.8% and 13.3% respectively), except for RM (CV = 6.4%), and PP at 40% of 1RM (CV = 5.8%), with an acceptable measurement standard error (SEM). **Conclusion:** The high to very high values for the ICC indicate an excellent reliability of the measurements in the different manifestations of muscle strength. However, since the volunteers had no experience with RT, a familiarization process prior to carrying out the tests is recommended, in order to improve their reproducibility indicators.

Keywords: health; muscle strength; muscle power.

Introdução

O treinamento de força tem sido recomendado para melhoria da aptidão musculoesquelética, sua utilização envolve a aplicação de cargas elevadas a fim de proporcionar maiores adaptações como aumento da força e massa muscular [1-3]. Em resumo, citamos um dos princípios do Treinamento de Força, o princípio da sobrecarga. Nesta perspectiva, o monitoramento da evolução das cargas utilizadas em um programa de treinamento de força é necessário para identificar alterações induzidas por esta modalidade.

Alguns testes de força têm sido empregados para a realização do monitoramento das cargas de treinamento. O teste de uma repetição máxima (1RM) é um dos métodos mais utilizados para avaliação da carga máxima em movimentos isoinerciais em pesquisas científicas. De acordo com a literatura, o teste de 1RM é considerado padrão-ouro na avaliação do deslocamento de carga através da força dinâmica, uma vez que é um método prático, de baixo custo operacional e com grande margem de segurança para a sua aplicabilidade [4,5] desde que o protocolo de teste seja corretamente conduzido. Todavia, sua utilização requer alguns cuidados metodológicos, dentre os quais a familiarização prévia ao teste tem sido um dos mais estudados. De fato, também está evidenciado na literatura que a falta de familiarização com os procedimentos do teste de 1-RM pode comprometer os resultados obtidos [6].

Além disso, a força muscular pode manifestar-se de diferentes formas: máxima, potência e resistência, podendo esses componentes ser expressos de forma dinâmica ou isométrica [7,8]. Para avaliar essas diferentes manifestações da força, diferentes testes podem ser utilizados, como, por exemplo, os testes de 1RM, de contração voluntária isométrica máxima (CVIM), avaliações isocinéticas, entre outros [9].

No entanto, a literatura se concentra em estudos sobre a reprodutibilidade do teste de 1RM [10-12] e estudos que avaliaram a reprodutibilidade dos testes de CVIM ou de potência muscular são escassos e, muitas vezes, com baixa aplicabilidade prática. Assim, a avaliação da reprodutibilidade de protocolos que avaliem diferentes manifestações da força muscular pode somar informações à literatura científica, especialmente sobre os testes negligenciados, como o de CVIM e de potência muscular, bem como fornecer informações práticas para a avaliação e o monitoramento das distintas manifestações da força muscular para os profissionais envolvidos na prescrição de programas de treinamento/reabilitação física.

Tendo em vista a carência na literatura já citada, o presente estudo teve por objetivo avaliar a confiabilidade e a reprodutibilidade de testes para a medida de diferentes manifestações da força muscular, mais especificamente da força máxima isométrica (CVIM), da força máxima dinâmica (RM) e da potência muscular.

Métodos

Este trabalho trata do desenvolvimento de um estudo experimental e prospectivo, que compreendeu em duas fases e foi realizado, em sua totalidade, no Labo-

ratório de Morfofisiologia do curso de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa Campus UFV-Florestal.

Antes da realização de qualquer experimento, o presente trabalho foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética para Pesquisa em Seres Humanos da UFV (CAAE: 93793118.1.0000.5153; Parecer número: 2.919.591). Ademais, todos os procedimentos aqui utilizados obedeceram às Normas Éticas para pesquisa em Ciências do Exercício e do Esporte e realizados de acordo com a Declaração de Helsinki [13].

Participantes

A população em estudo foi constituída por universitários com idade entre 19 e 28 anos, do sexo masculino e residentes na cidade de Florestal/MG.

Os critérios de inclusão adotados foram: ter entre 18 e 28 anos; estar clinicamente apto para a realização dos testes; não apresentar qualquer doença aguda ou crônica que possa ser afetada pela realização dos testes; e consentir livre e voluntariamente em realizar todos os procedimentos do estudo.

Os critérios de exclusão foram: apresentar qualquer limitação óssea ou articular que impeça a realização dos testes; e ser usuário de drogas hormonais ou anti-inflamatória, que possam afetar o resultado das avaliações.

Os voluntários que atenderam aos critérios de inclusão e não apresentavam nenhum critério de exclusão foram admitidos no estudo.

Considerando um tamanho de efeito mínimo de 0,68 para a força muscular (15), uma probabilidade de erro α de 0,05 e um poder de $(1 - \text{erro } \beta)$ de 0,95, a amostra total do estudo deveria ter no mínimo 16 pessoas, de acordo com o programa G*Power da Universidade de Dusseldorf.

Protocolos e procedimentos

Para verificar a reprodutibilidade dos testes de medida das diferentes manifestações da força muscular, foram realizados os testes de CVIM, 1RM e de potência muscular.

Na avaliação da CVIM dos membros inferiores, foi utilizada uma célula de carga ou célula extensiométrica (MK, modelo CSL/ZL-1T, MK Controle, Brasil) com frequência de amostragem de 1000 Hz. A célula de carga, colocada em uma máquina extensora BH fitness Nevada Pro-t, avaliou o exercício de extensão de joelhos. Antes da execução do teste, o aparelho foi ajustado de modo que os joelhos dos avaliados estivessem em ângulo de 90° de flexão, medidos com um goniômetro (Carci, São Paulo, Brasil). Ao comando da avaliadora, o avaliado executou uma tensão isométrica máxima do quadríceps femoral por 5 segundos, sem deixar que a região glútea perdesse o contato com o assento para que não houvesse modificação na angulação e vantagem mecânica na alavanca criada entre a força resistente, força potente e ponto de apoio. Durante a execução, estímulos verbais foram dados para induzir uma maior tensão, bem como a permanência de seus níveis máximos ao longo do teste. Foram realizadas duas tentativas, separadas por um intervalo de 2 minutos entre elas, sendo considerado o valor mais alto obtido nas duas tentativas [14,15].

Para realização do teste de 1RM, foi empregado o exercício de extensão de joelho, em uma máquina extensora *BH fitness Nevada Pro-t*. A posição inicial adotada foi semelhante ao teste de CVIM, com o indivíduo sentado com as costas apoiada no encosto do aparelho, as mãos segurando o apoio lateral e os joelhos em flexão de 90°. Para realizar o teste, foi solicitado ao voluntário que ele estendesse o joelho até formar um ângulo de aproximadamente 180° (posição final) e que retornasse à posição inicial. Antes da determinação de 1RM, os avaliados realizaram o aquecimento prévio que consistiu em quatro repetições com carga de 50% do valor da contração voluntária máxima. Ao final do aquecimento, o voluntário avaliou quanto à sua percepção de esforço, por meio da escala OMNI-RES de 0 a 10 [16]. A carga foi aumentada a critério da avaliadora, de acordo com a facilidade de execução e a percepção de esforço do avaliado, o voluntário foi solicitado a executar duas repetições com a nova carga. A carga foi aumentada até que o avaliado conseguisse realizar apenas uma repetição. Poderiam ser executadas, no máximo, cinco tentativas para a determinação da 1RM, com intervalo de descanso de 2 minutos entre cada tentativa [14,15]

A avaliação da potência de membros inferiores sucedeu através da mesma máquina de extensão de joelho utilizada nos testes de CVIM e 1RM, partindo da mesma posição inicial (90° de flexão ajoelhada) e alcançando a mesma posição final (180° de extensão do joelho) do teste de 1RM. Foram utilizadas três cargas diferentes para a avaliação da potência, obtidas a partir de valores percentuais de 1RM (40%, 60% e 80% de 1RM), em que o avaliado realizou o movimento de extensão dos joelhos (fase concêntrica do movimento) na maior velocidade possível. O retorno dos joelhos à posição inicial ocorreu de maneira controlada, com uma micropausa de 1 a 2 segundos, para evitar que o efeito da força elástica acumulada interferisse na execução seguinte. As cargas deste teste foram randomizadas em cada voluntário para controlar um possível viés relacionado ao efeito de aprendizagem ou pela ação cumulativa da fadiga. Em cada carga, foram realizadas três repetições com 2 minutos de intervalo de descanso entre as cargas [15]. Utilizou-se um transdutor de posição linear ou *Encoder Chronojump* (*Chronojump BoscoSystem, Barcelona, Espanha*), com uma frequência de amostragem de 1000 Hertz, e o *Software Chronojump*, versão 1.6.2, (*Chronojump Boscosystem, Barcelona, Espanha*), para determinar os valores de potência. Através deste instrumento foi possível obter informações sobre potência média (PM) e potência de pico (PP).

O desenho experimental adotado neste estudo permitiu avaliar a confiabilidade e a reprodutibilidade dos testes para medida das diferentes manifestações da força muscular. Para isso, todos os avaliados passaram por duas avaliações, separadas por 72h, em que realizaram exatamente os mesmos procedimentos. A partir dessas avaliações, foram analisados os dados referentes à 1RM, CVIM, PM e PP de cada um dos participantes. Esses parâmetros de desfecho foram utilizados para calcular o coeficiente de variação (CV), o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e seu intervalo de confiança de 95% (IC95%).

Tratamento estatístico

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SPSS for Windows, versão 23 (IBM, Chicago, EUA). Inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação de normalidade e, posteriormente, geradas médias e desvios-padrão (DP) para análise descritiva dos dados. A confiabilidade dos testes de medida das distintas manifestações da força muscular foi determinada pelo cálculo do CV e do CCI. O CCI também foi utilizado para verificar a reprodutibilidade para as medidas de força muscular, com IC95%. Valores de CCI iguais ou superiores a 0,90 podem ser considerados muito altos, valores entre 0,70 e 0,89, podem ser considerados altos e valores entre 0,50 e 0,69, moderados [17,18]. Também foram calculados os valores para o erro padrão da medida (EPM) pelo produto do desvio padrão basal com a raiz quadrada de $(1-r)$, em que r é a correlação intraclasse ($EPM = DP \times \sqrt{1-CCI}$). Além disso, calculou-se a diferença minimamente detectável (DMD) pelo produto do SEM com a raiz quadrada de dois (devido à variância do erro de medida de cada instrumento) e com o valor de 1,96, que representa o de uma curva padrão normal associada a um intervalo de confiança de 95% ($DMI = 1,96 \times \sqrt{2} \times SEM$) [18,19]. Um nível de significância estatística de $p < 0,05$ foi estabelecido para todos os tratamentos.

Resultados

Participaram da presente pesquisa 19 voluntários do sexo masculino, sem experiência prévia com treinamento de força ou que não treinavam a pelo menos seis meses, com idade média de $23,36 \pm 2,35$ anos, estatura média de $1,82 \pm 0,06$ cm e massa corporal média de $80,17 \pm 11,57$. Durante a realização dos testes, não houve nenhum relato de problema osteomioarticular ou metabólico relacionado à execução dos mesmos.

Os dados relativos à confiabilidade e à reprodutibilidade dos protocolos de testes para medida das diferentes manifestações da força muscular podem ser observados na Tabela I. É possível observar, pelos valores encontrados, que para todos os protocolos de avaliação das distintas manifestações da força muscular foi encontrado um CCI alto a muito alto ($\geq 0,79$). No entanto, todas as medidas apresentaram CV moderados (à exceção da RM e da PP a 40% de 1RM), com um EPM aceitável.

Tabela I - Resultados para a confiabilidade e a reprodutibilidade das medidas obtidas em protocolos de testes para diferentes manifestações da força muscular

| | Média | DP | Média | DP | CV | CCI (IC95%) | p | EPM | DMD |
|----------------------|---------|--------|---------|--------|-------|---------------------|--------|--------|--------|
| CVIM (kg) | 104,58 | 23,61 | 98,37 | 22,25 | 12,0% | 0,94 (0,83;0,98) | <0,001 | 5,45 | 15,11 |
| RM (kg) | 86,87 | 14,58 | 84,75 | 15,02 | 6,4% | 0,97 (0,91;0,99) | <0,001 | 2,60 | 7,21 |
| PM40 (w) | 1092,36 | 199,13 | 1102,95 | 198,31 | 16,2% | 0,79 (0,21;0,94) | 0,011 | 90,88 | 251,90 |
| PP40 (w) | 2614,07 | 469,13 | 2544,55 | 410,39 | 5,8% | 0,97 (0,91;0,99) | <0,001 | 71,08 | 197,03 |
| PM60 (w) | 951,33 | 158,91 | 938,51 | 159,99 | 11,0% | 0,89 (0,66;0,97) | <0,001 | 53,06 | 147,08 |
| PP60 (w) | 1985,33 | 414,86 | 1868,27 | 362,55 | 11,8% | 0,91 (0,73;0,97) | <0,001 | 108,77 | 301,48 |
| PM80 (w) | 682,30 | 155,31 | 675,67 | 168,83 | 14,0% | 0,92 (0,74;0,98) | <0,001 | 47,75 | 132,36 |
| PP80 (w) | 1328,35 | 323,28 | 1331,84 | 359,21 | 13,3% | 0,93 (0,77;0,98) | <0,001 | 95,04 | 263,43 |

DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; CCI = coeficiente de correlação intraclasse; IC95% = intervalo de confiança de 95%; EPM = erro padrão de medida; DMD = diferença minimamente detectável; CVIM = força isométrica máxima; RM = força dinâmica máxima; PM40 = potência muscular média a 40% da RM; PP40 = potência muscular pico a 40% da RM; PM60 = potência muscular média a 60% da RM; PP60 = potência muscular pico a 60% da RM; PM80 = potência muscular média a 80% da RM; PP80 = potência muscular pico a 80% da RM

Discussão

O presente estudo teve por objetivo avaliar a confiabilidade e a reprodutibilidade de testes para a medida de diferentes manifestações da força muscular. Como principais resultados foram encontrados valores altos a muito altos para o CCI que indicam uma excelente confiabilidade das medidas nas diferentes manifestações de força muscular; em indivíduos sem experiência com treinamento de força e sem familiarização com os testes, foi encontrada uma variabilidade considerável para todas as medidas, com exceção do 1RM e da PP a 40% de 1RM; e os testes apresentaram boa precisão de medida para CVIM, RM e PP, em virtude dos baixos valores de EPM encontrados.

Embora o valor do CV encontrado tenha sido moderado para os resultados de CVIM (12%), o CCI encontrado para o teste de CVIM (0,94) vai de encontro aos resultados obtidos por Neves *et al.* [20] que avaliaram 30 acadêmicos voluntários (de ambos os sexos e idade entre 18 e 25 anos) no exercício de extensão de joelhos na cadeira flexo-extensora. Para a coleta dos resultados, foi utilizada uma célula de carga de 250 kg posicionada na cadeira flexora e conectada ao Software MIOTOOL USB 400 que traduzia os valores para o computador. Ao comando do aplicador, o avaliado foi instruído a realizar força isométrica voluntária máxima e estimulado verbalmente para

manter os níveis máximos por 6 segundos. Ao final do tempo era orientado a relaxar e descansar por 1 minuto, até a próxima tentativa, foram realizadas seis tentativas para cada membro inferior, três tentativas comandadas por um avaliador e três comandadas por outro avaliador. O protocolo se repetiu novamente após 48h. A análise dos valores se deu pelo alfa de Cronbach e os resultados apresentaram forte correlação no primeiro dia ($\alpha = 0,980$) e no segundo dia encontraram valores similares ao primeiro ($\alpha = 0,982$), isso significa dizer que o teste teve um excelente índice de confiabilidade.

Ainda que existam diferenças entre o protocolo utilizado por Neves *et al.* [20] e o protocolo que utilizamos neste estudo, ambos forneceram dados relevantes para a literatura, com alto grau de confiabilidade e reprodutibilidade. Salientamos que para melhores e mais confiáveis resultados é recomendada a familiarização com o teste e com o movimento que será realizado, segundo Brown e Weir [9] embora o teste de força tenha geralmente mostrado ser confiável, indivíduos novatos provavelmente melhorarão seus escores em testes subsequentes simplesmente devido à familiarização e ao conforto durante o teste.

Verdik *et al.* [21] comprova reprodutibilidade do teste de 1RM como medida válida de força extensora do joelho, independentemente do condicionamento físico e da idade do avaliado. Embora o teste de 1RM seja de baixo custo operacional e de fácil reprodutibilidade, segundo Dias *et al.* [22] alguns pontos devem ser levados em consideração antes de sua execução, tais como: iniciar o teste descansado e sem esforço extenuante por no mínimo 24h anteriores ao teste; ter conhecimento do movimento que será realizado e caso não tenha tido vivência que passe por uma sessão de aprendizagem; estar motivado para alcançar o seu melhor desempenho e consequentemente o seu melhor resultado; realizar um aquecimento prévio; não deixar que as tentativas de 1RM passem de 5; e que haja um intervalo de recuperação entre tentativas para que não tenha comprometimento energético nas subsequentes. Tendo em vista o baixo valor de CV encontrado nos resultados do teste de 1RM (6,4%), é possível considerar que, a partir dos resultados encontrados, que este possui uma boa aplicabilidade, confiabilidade e reprodutibilidade.

Os valores de CV e CCI encontrados para PP a 40% parecem ser semelhantes aos encontrados por Pagaduan e Blas [23] que testaram 15 estudantes universitários a partir do seguinte protocolo: realizar um salto o mais alto possível contra uma plataforma de contato e com uma barra de 20 kg colocada sobre os ombros, a fim de verificar a confiabilidade de um salto contra movimento carregado usando o *Chronojump-Buscosystem* e assim estabelecer a reprodutibilidade do teste para agregar a literatura relacionada a potência de membros inferiores. Os resultados foram obtidos a partir do *Software Chronojump-Buscosystem* e a partir da análise estatística encontraram o CCI considerado moderado a alto (0,86) e um baixo valor para CV (6,7%), o que se enquadra em um teste confiável de acordo com o *software* utilizado. Frisamos que estudos que avaliem a reprodutibilidade de testes de potência são escassos e dificultam a comparação direta dos resultados obtidos em nosso estudo com os obtidos em outros estudos. Embora não seja o mesmo protocolo e o mesmo teste utilizado em nosso estudo, evidenciamos o alto potencial que esses testes têm para agregar a literatura para medir os diferentes tipos de força já citados.

Os valores encontrados para CV no teste de 1RM e no teste de PP a 40% de 1RM são considerados baixos, 6,4% e 5,8%, respectivamente, apresentando ótima reprodutibilidade. Por outro lado, os demais protocolos apresentaram valores entre 11% e 16%, sendo considerada a reprodutibilidade moderada. A reprodutibilidade absoluta tem sido considerada aceitável, segundo Atkinson e Nevill [24], quando o valor encontrado está abaixo de 10%. Porém, vale salientar que essa alteração no coeficiente de variação pode ser explicada por alguns pontos como a falta de familiarização com o teste, a fadiga, e a carga utilizada nos dois dias de teste.

Determinar as medidas de EPM é crucial para conseguir comparar as medidas entre as avaliações. Para mensuramos e avaliarmos a confiabilidade de ambos os protocolos utilizamos o EPM e a DMD em todos os valores, e a partir dos resultados podemos dizer que os testes realizados apresentaram ótimas medidas de confiabilidade e bons resultados para a reprodutibilidade dos testes das diferentes manifestações da força muscular.

Conclusão

Tendo em vista os valores altos a muito altos para o CCI pode-se concluir que o presente estudo demonstra que, mesmo em iniciantes, os testes de avaliação da força muscular apresentam uma excelente confiabilidade das medidas nas diferentes manifestações da força muscular. Entretanto, foi encontrado um CV com variabilidade considerável, indicando que, por se tratar de voluntários sem experiência prévia com TF, recomenda-se um processo de familiarização prévio à realização dos testes, no sentido de melhorar os indicadores de reprodutibilidade dos mesmos.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Financiamento

Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG.

Contribuições dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Martins DBM, Moreira OC; **Obtenção de dados:** Martins DBM, Moreira OC, Santiago IA; **Análise e interpretação dos dados:** Martins DBM, Moreira OC; **Análise estatística:** Martins DBM, Moreira OC; **Redação do manuscrito:** Moreira OC, Martins DBM, Santiago IA e Oliveira CEP; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Oliveira CEP, Silva SF.

Referências

1. American College of Sports Medicine. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):459-71. doi: 10.1249/mss.0b013e3181949333
2. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59. doi: 10.1249/mss.0b013e318213febf

3. Santos LV, Pereira ET, Reguera-García MM, Oliveira CEP, Moreira OC. Resistance training and muscle strength in people with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther.* 2022;29:154-60. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.09.031
4. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(3):456-64. doi: 10.1249/01.MSS.0000053727.63505.D4
5. Mayhew JL, Johnson BD, Lamonte MJ, Lauber D, Kemmler W. Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *J Strength Cond Res.* 2008;22(5):1570-7. doi: 10.1519/JSC.0b013e31817b02ad
6. Rydwik E, Karlsson C, Frändin K, Akner G. Muscle strength testing with one repetition maximum in the arm/shoulder for people aged 75 + - test-retest reliability. *Clin Rehabil.* 2007;21(3):258-65. doi: 10.1177/0269215506072088
7. Knuttgen HG. Measurement and terminology for authors and reviewers. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(2):341-2. doi: 10.23736/S0022-4707.18.09363-5
8. Moreira OC, Oliveira CEP, Maroto-Izquierdo S, Cuevas MJ, Paz JA. Effects of short-term strength training on body composition, muscle strength and functional capacity of elderly: a systematic review and meta-analysis. *Biosci J.* 2019;35(6):1941-57. doi: 10.14393/BJ-v35n6a2019-42775
9. Brown LE, Weir JP. Asep procedures recommendation I: accurate assesment of muscular strength and power. *JEPonline.* 2001;4(3):1-21.
10. Dias RMT, Cucato GG, Camara LC, Wolosker N. Reprodutibilidade do teste de 1-RM em indivíduos com doença arterial obstrutiva periférica. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16(3):201-4. doi: 10.1590/s1517-86922010000300009
11. Mitter B, Csapo R, Bauer P, Tschan H. Reproducibility of strength performance and strength-endurance profiles: A test-retest study. *PLoS One.* 2022;17(5):e0268074. doi: 10.1371/journal.pone.0268074
12. Schoenell MCW, Tiggemann CL, Cadore EL, Tartaruga MP, Kruehl LFM. Correlação e reprodutibilidade de testes abdominais em mulheres jovens. *Rev Bras Ciênc Esporte.* 2013;35(3):561-574. doi: 10.1590/s0101-32892013000300003
13. Williams JR. The Declaration of Helsinki and public health. *Bull World Health Organ.* 2008;86(8):650-2. doi: 10.2471/blt.08.050955
14. Oliveira CEP, Moreira OC, Carrión-Yagual ZM, Medina-Pérez C, Paz JA. Effects of classic progressive resistance training versus eccentric-enhanced resistance training in people with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(5):819-25. doi: 10.1016/j.apmr.2017.10.021
15. Moreira OC, Cardozo RMB, Vicente MA, Matos DG, Mazini Filho ML, Guimarães MP, et al. Acute effect of stretching prior to resistance training on morphological, functional and activation indicators of skeletal muscle in young men. *Sport Sci Health.* 2022;18:193-202. doi: 10.1007/s11332-021-00793-0
16. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):333-41. doi: 10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A
17. Bosquet L, Maquet D, Forthomme B, Nowak N, Lehance C, Croisier JL. Effect of the lengthening of the protocol on the reliability of muscle fatigue indicators. *Int J Sports Med.* 2010;31(2):82-8. Epub 2009 Dec 17. doi: 10.1055/s-0029-1243168
18. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, et al. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: a reliability and validity study. *PLoS One.* 2015;10(10):e0140822. doi: 10.1371/journal.pone.0140822
19. Beckerman H, Roebroek ME, Lankhorst GJ, Becher JG, Bezemer PD, Verbeek AL. Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Qual Life Res.* 2001;10(7):571-8. doi: 10.1023/a:1013138911638
20. Neves CDC, Tossige-Gomes R, Avelar NCP, Simão AP, Lacerda ACR. Avaliação da confiabilidade da força isométrica de extensores de joelho pelo uso da célula de carga. *Ter Man.* 2011;9(41):16-21.
21. Verdijk LB, van Loon L, Meijer K, Savelberg HH. One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *J Sports Sci.* 2009;27(1):59-68. doi: 10.1080/02640410802428089
22. Dias RMR, Avelar A, Meneses LA, Salvador PEM, Da Silva PRD, Cyrino ED. Segurança, reprodutibilidade, fatores intervenientes e aplicabilidade de testes de 1-RM. *Motriz.* 2013;19(1):231-42. doi: 10.1590/S1980-65742013000100024
23. Pagaduan CJ, Blas X. Reliability of a loaded countermovement jump performance using the chronojump-boscosystem. *Kinesiologia Slovenica.* 2012;18(2):45-8.
24. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.* 1998;26(4):217-38. doi: 10.2165/00007256-199826040-00002

