

ANÁLISE DA CONCORDÂNCIA E DA REPRODUTIBILIDADE DE TESTES PARA AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES NO SALTO CONTRA-MOVIMENTO

Italo Santiago Alves Viana¹, Leonardo Silveira Goulart Silva¹, Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira²
Oswaldo Costa Moreira¹

RESUMO

O estudo envolveu quarenta participantes saudáveis, igualmente divididos entre homens e mulheres, para avaliar a reprodutibilidade e a concordância entre os testes de salto de contra movimento (CMJ) usando impulsão vertical na parede (IVP) e tapete de contato (TC). Os homens demonstraram alta reprodutibilidade em ambos os testes, enquanto nas mulheres, a reprodutibilidade foi moderada no IVP. A análise de concordância revelou discordância significativa nas medições de CMJ entre mulheres, com IVP apresentando valores mais altos. Nos homens, houve concordância. Em resumo, tanto o IVP quanto o TC são reprodutíveis, principalmente em homens, mas discordâncias podem ocorrer, especialmente em mulheres.

Palavras-chave: Saúde. Força muscular. Potência muscular.

ABSTRACT

Analysis of agreement and reproducibility of tests for lower limb muscle power evaluation in counter-movement jump

The study involved forty healthy participants, equally divided between men and women, to assess the reproducibility and agreement between counter-movement jump (CMJ) tests using vertical jump test (VJT) and contact mat (CM). Men demonstrated high reproducibility in both tests, while in women, reproducibility was moderate in VJT. The agreement analysis revealed significant discrepancies in CMJ measurements among women, with VJT showing higher values. In men, there was agreement. In summary, VJT and CM are reproducible, especially in men, but discrepancies can occur, particularly in women.

Key words: Health. Muscular strength. Muscular power.

1 - Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Florestal, Minas Gerais, Brasil.

2 - Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail dos autores:

italo.viana@ufv.br

leonardo.goulart@ufv.br

cpatrocinio@ufv.br

osvaldo.moreira@ufv.br

Autor de correspondência:

Oswaldo Costa Moreira

osvaldo.moreira@ufv.br

INTRODUÇÃO

A potência muscular é umas das variáveis físicas mais importantes no desempenho atlético/esportivo, principalmente em modalidades em que há constantes acelerações e exigências de mudanças de direção “bruscas” (Marques, Travassos, Almeida, 2010).

Segundo Ramsey e colaboradores, (2021) ao longo dos anos, há um declínio da potência muscular, o qual está associado a morbidades, baixa qualidade de vida e mortalidades. Desta forma, a potência muscular desempenha um papel fundamental no decorrer da vida.

Para estimar a potência muscular de membros inferiores são utilizados os testes com saltos verticais, como o salto contra movimento (CMJ) (Hespanhol e colaboradores, 2007). Uma forma de avaliação do CMJ é por meio do teste de impulsão vertical na parede (IVP), o qual é prático e de acessível realização, não necessitando de equipamentos com valor agregado alto (Guedes, Guedes, 2006).

O protocolo do teste de IVP consiste em prender uma fita métrica na parede em que o voluntário executará o salto vertical. O voluntário realizará o salto e com as pontas dos dedos, previamente sujas de pó de giz ou talco, ele tocará no ponto mais alto que alcançar. O resultado será dado pela subtração entre a altura obtida com o salto e a altura total (com braço estendido acima da cabeça) do sujeito, com os valores em centímetros (Guedes, Guedes, 2006).

Outro método para avaliação do CMJ é por meio da utilização do tapete de contato (TC) que mensura a altura do salto vertical através do tempo de voo (Ferreira e colaboradores, 2009).

Ferreira e colaboradores, (2009) por meio de seus estudos, validou o teste do tapete de contato, demonstrando sua validade e confiabilidade, sem apresentar nenhum erro randômico.

Apesar de encontrarmos diferentes testes para avaliar a potência muscular de membros inferiores na literatura (Caneviski, Crepaldi, Fernandes, 2017; Silva e colaboradores, 2012) poucas inferências são relatadas sobre a reprodutibilidade dos testes de IVP e TC, bem como sobre a concordância/discrepância dos valores obtidos em um teste com relação ao outro.

Nesse sentido, consideramos esse um aspecto relevante para avaliação da potência muscular de membros inferiores, visto que testes diferentes que medem a mesma valência física podem apresentar resultados diferentes e, algumas vezes, discordantes entre si (Aragón, 2000).

O estabelecimento de valores de reprodutibilidade e de concordância entre testes que avaliam o CMJ poderá proporcionar maior sustentação e segurança para os professores, treinadores e pesquisadores na utilização deles, especialmente do teste de IVP, por ser mais simples, barato e acessível.

Sendo assim, o presente estudo tem como propósito mensurar a reprodutibilidade teste-reteste e comparar a existência de concordância/discrepância do CMJ medido pelos testes de IVP e TC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Análise da Morfofisiologia Humana (HUMAN LAB) 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: 60195722.2.0000.5153; Parecer número: 5.664.642).

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 (Williams, 2008).

Participantes

Participaram do estudo quarenta sujeitos, sendo vinte do sexo feminino e vinte do sexo masculino, com idade entre 18 e 29 anos. Inicialmente foram realizadas as medidas antropométricas como massa corporal ($76,05 \pm 15,91$) e estatura ($1,78 \pm 0,06$) para descrição amostral para homens, e massa corporal ($60,90 \pm 10,37$) e estatura ($1,64 \pm 0,05$) para descrição amostral das mulheres.

Os critérios de inclusão adotados foram ter entre 18 e 29 anos; estar clinicamente apto para a realização dos testes; não apresentar qualquer problema osteomioarticular que possa afetar a realização dos testes; e consentir livre e voluntariamente em realizar todos os

procedimentos do estudo. Os critérios de exclusão foram: apresentar qualquer limitação osteomioarticular que impeça a realização dos testes. Os voluntários que atenderam aos critérios de inclusão e não apresentavam nenhum critério de exclusão foram admitidos no estudo. Considerando um erro α de 0,05 e um poder estatístico de aproximadamente 0,95 a amostra total do estudo deveria ter no mínimo 20 pessoas, de acordo com o programa G*Power da Universidade de Dusseldorf.

Protocolos e Procedimentos

Neste estudo, analisou-se a altura do salto vertical sem ajuda dos membros superiores.

Os participantes foram instruídos a colocar uma das mãos na cintura durante o salto e a outra acima da cabeça com o braço em extensão.

Foi exigido da amostra que flexionasse os joelhos até aproximadamente 90° no instante imediato antes do salto, e que saltassem estendendo por completo as articulações dos membros inferiores durante o voo.

Recomendou-se que a aterrissagem fosse realizada com os pés o mais próximo possível do ponto de partida. Cada participante realizou três saltos consecutivos. A altura de cada salto foi registrada, simultaneamente, por dois métodos: TC e IVP.

Após 48 horas da realização do primeiro teste, os voluntários voltaram a repetir os mesmos procedimentos, observando os mesmos critérios de execução, no mesmo horário do dia do teste anterior e, dentro do possível, mantendo as condições do teste anterior.

Tapete de contato

O tapete de contato foi conectado a um computador com software específico (Multi Sprint) para análise do tempo de voo do voluntário que é considerado como o intervalo de tempo entre a perda de contato com o tapete e o retorno dele ao solo no qual o tempo é dado em milissegundos. A partir do tempo de voo, o software estima a altura de salto (Mella e colaboradores, 2020).

Teste impulsão vertical na parede

Colocado uma fita métrica presa na parede a partir de 2 metros de altura do solo e, com os dedos sujos de pó de giz da mão dominante, a amostra deveria saltar o mais alto possível, deixando a marca na escala da fita métrica. Ao sinal verbal o sujeito deveria saltar e colocar as pontas dos dedos mais alto possível na escala em centímetros (Rodrigues e colaboradores, 2022).

Análise estatística

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 da normalidade.

Em seguida, foram calculados as médias e desvios-padrão (DP) para análise descritiva dos dados. A reprodutibilidade intra-dia e inter-dias das medidas do salto vertical nos dois diferentes métodos avaliados foram determinadas pelo cálculo do coeficiente de correlação intraclass (CCI), com intervalo de confiança de 95% (IC95%).

Valores de CCI iguais de 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 (Bosquet e colaboradores, 2009; Mentiplay e colaboradores, 2015). Além disso, foi calculado o α de Crombach para avaliação da consistência interna dos dados.

A concordância dos valores obtidos entre os métodos utilizados foi avaliada através da análise gráfica de Bland e Altman. Utilizou-se um limite de concordância de 95% pela seguinte equação: $LC = (1.96 \times dp) \pm Mdif$; onde dp representa o desvio padrão e $Mdif$ é a média das diferenças. Em seguida, uma regressão linear foi aplicada aos dois métodos a fim de verificar se havia um viés de proporção das distribuições de dados. Um nível de significância estatística de $p < 0,05$ foi estabelecido para todos os tratamentos.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados referentes a reprodutibilidade intra-dia dos valores de salto vertical medidos por meio de dois métodos distintos, para homens e mulheres. É possível notar que, em relação à

reprodutibilidade intra-dia, o teste TC apresentou valores de reprodutibilidade muito altos, tanto para mulheres, quanto para homens. Já o teste de IVP apresentou

reprodutibilidade muito alta para os homens, enquanto a reprodutibilidade foi moderada para as mulheres.

Tabela 1 - Reprodutibilidade intra-dia dos valores de salto vertical medidos por meio de dois métodos distintos, para homens e mulheres.

	Feminino (n=20)				Masculino (n=20)			
	TC		IVP		TC		IVP	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Salto 1	0,23	0,14	0,23	0,09	0,30	0,07	0,37	0,07
Salto 2	0,23	0,12	0,27	0,06	0,30	0,07	0,39	0,08
Salto 3	0,24	0,12	0,29	0,07	0,30	0,08	0,40	0,08
α Cronbach	0,993		0,833		0,971		0,961	
CCI(IC95%)	0,979(0,957;0,991)		0,624(0,380;0,812)		0,919(0,839;0,964)		0,890(0,783;0,952)	
p-valor	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

Já na tabela 2, estão expostos os resultados da reprodutibilidade inter-dias dos valores de salto vertical medidos por meio de dois métodos distintos, para homens e mulheres. É possível observar que, para a reprodutibilidade inter-dias, o teste TC

apresentou valores de reprodutibilidade muito altos para os homens e altos para as mulheres. Já o teste IVP apresentou valores de reprodutibilidade altos, tanto para os homens, quanto para as mulheres.

Tabela 2 - Reprodutibilidade inter-dia dos valores de salto vertical medidos por meio de dois métodos distintos, para homens e mulheres.

	Feminino (n=20)				Masculino (n=20)			
	TC		IVP		TC		IVP	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Dia 1	0,23	0,13	0,26	0,06	0,30	0,07	0,38	0,07
Dia 2	0,22	0,07	0,28	0,06	0,30	0,07	0,40	0,07
α Cronbach	0,898		0,947		0,959		0,918	
CCI(IC95%)	0,814(0,589;0,922)		0,899(0,763;0,959)		0,922(0,813;0,968)		0,848(0,655;0,937)	
p-valor	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

A figura 1 demonstra a análise da concordância entre os dois métodos de avaliação do salto vertical nas mulheres. É possível notar uma discordância significativa entre os valores de salto vertical obtidos pelos métodos TC e IVP, sendo que o método IVP tende a apresentar valores mais elevados que o método TC.

A figura 1 demonstra a análise da concordância entre os dois métodos de avaliação do salto vertical nas mulheres. É possível notar uma discordância significativa entre os valores de salto vertical obtidos pelos métodos TC e IVP, sendo que o método IVP tende a apresentar valores mais elevados que o método TC.

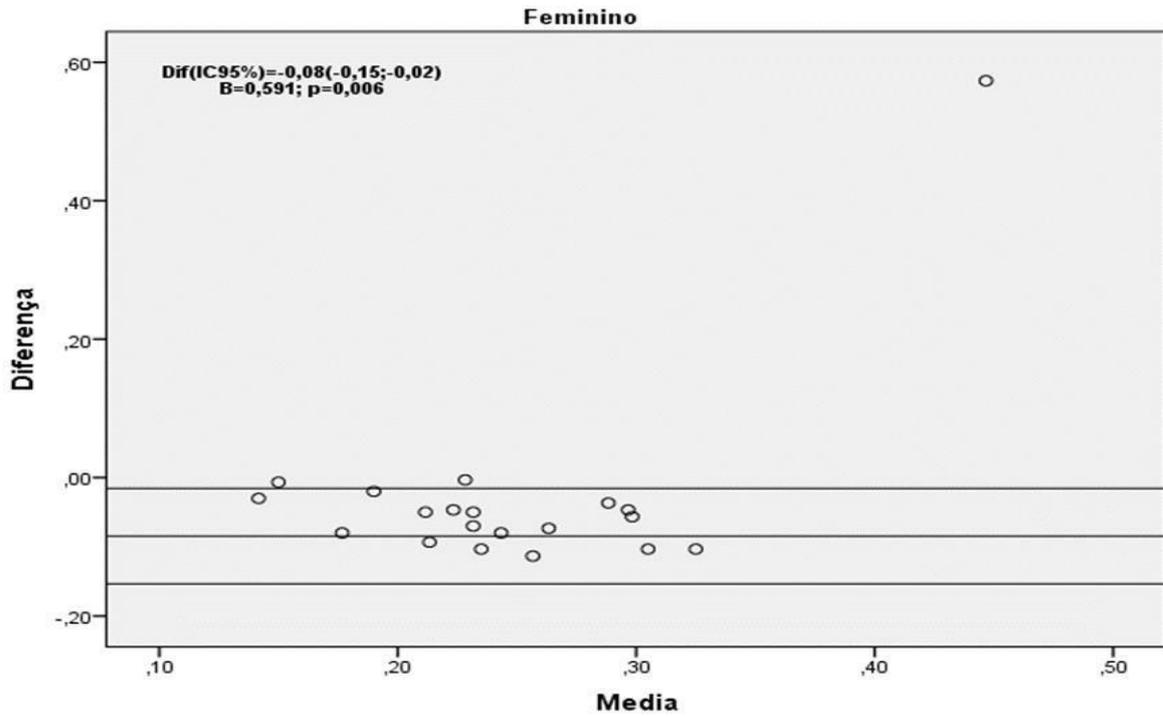


Figura 1 - Análise da concordância entre dois métodos de avaliação do salto vertical em mulheres.

Já na figura 2 está exposta a análise da concordância entre os dois métodos de avaliação do salto vertical nos homens. É

possível notar que, para os homens avaliados, houve uma concordância entre os valores de salto vertical obtidos pelos métodos TC e IVP.

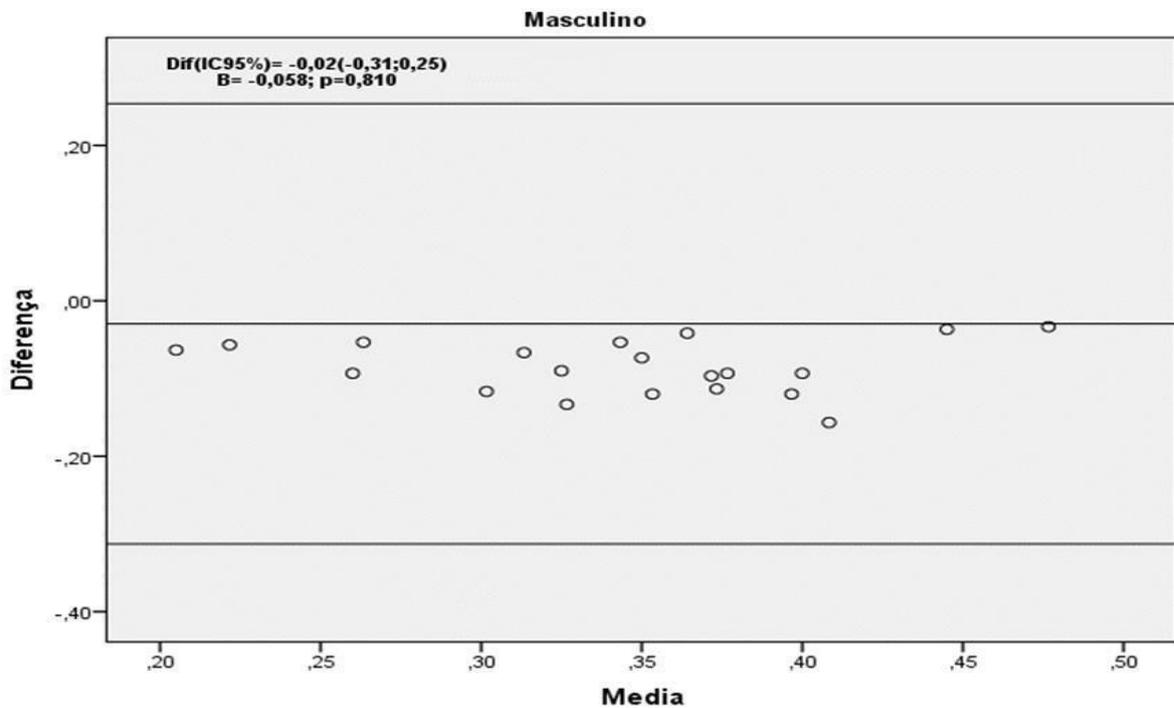


Figura 2 - Análise da concordância entre dois métodos de avaliação do salto vertical em homens.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a concordância e reprodutibilidade de testes para avaliação da potência muscular de membros inferiores.

Como principais resultados foram encontrados valores altos a muito altos de reprodutibilidade para avaliação da potência muscular medida por CMJ nos testes TC e IVP, tanto para mulheres quanto para homens.

No que diz respeito aos homens, houve concordância entre os dois métodos aplicados, entretanto, ao observar os resultados das avaliações feitas nas mulheres, foi possível notar uma discordância entre os valores dos métodos de TC e IVP.

Este resultado está de acordo com Aragón (2000), em que o desempenho do CMJ pode ser consideravelmente diferente dependendo do teste usado, mesmo quando métodos diferentes são usados para analisar o mesmo salto.

Leard e colaboradores, (2007) corroboram essa discrepância significativa no teste IVP em comparação com outros testes de avaliação da potência muscular de membros inferiores, que avaliaram quarenta estudantes universitários, 26 do sexo feminino e 14 do sexo masculino, com idades entre 18 e 25 anos. Durante a coleta dos resultados foram feitos dois saltos consecutivos com três testes diferentes concomitantemente, mostrando ao final essa discrepância nos resultados dos testes.

Os valores mais elevados encontrados para IVP são semelhantes aos achados por Ferreira e colaboradores, (2010) que analisaram 15 homens não treinados a partir de um protocolo que buscava determinar a influência da medição do alcance de pé no deslocamento do salto, testando 4 métodos de alcance de altura combinados com o Vertec™ contra 2 métodos de plataforma de força (métodos de impulso e tempo de voo). Os autores constataram que o método IVP subestima a altura alcançada quando comparado com a plataforma de força que utiliza como métricas o tempo de voo.

Embora não seja o mesmo protocolo adotado no presente estudo, evidenciamos esta diferença nas alturas de saltos nas mulheres que pode ser justificado, segundo Brooks, Benson e Bruce (2018), pelo fator de flexão plantar antes da impulsão, impactando no deslocamento medido pelo teste, que não é

quantificado pelo TC. Estudos futuros poderiam investigar melhor essa influência nos saltos verticais, uma vez que, de acordo com Davis e colaboradores (2006), o comprimento do pé é significativo no deslocamento dos saltos verticais.

Um ponto importante é que o TC quantifica os dados a partir da equação: altura do centro de gravidade do corpo = $(t^2 \times g)/8$, onde g é igual a $9,81 \text{ m/s}^2$ e t é igual ao tempo de voo (Ferreira e colaboradores, 2009).

Desta forma, ao realizar um teste de IVP, a área torácica é girada lateralmente de modo que um ombro caia enquanto o outro é levantado. Quando comparado com um dos métodos que estimam o deslocamento do centro de massa igual ao TC, a sobreposição das mãos para determinar o alcance inicial deve resultar em uma superestimação adicional do deslocamento, pois a rotação aumenta o alcance, mas o centro de massa teoricamente permanece o mesmo (quando um lado sobe, o oposto é abaixado).

Diante do exposto, reforçamos o argumento de que o teste IVP subestima os dados comparados com o TC e recomendamos que, ao utilizar o teste IVP, optem pela consistência, utilizando o mesmo método ao longo das avaliações teste-reteste.

É importante considerar que o presente estudo apresentou uma limitação, no que diz respeito a não padronização da dorsiflexão plantar, a qual pode influenciar na estimativa da altura atingida na amostra de ambos os sexos.

Logo, futuros trabalhos nesta linha de pesquisa devem levar em consideração este ponto, visando uma maior consistência e precisão nos resultados obtidos.

CONCLUSÃO

Tendo em vista os valores altos a muito altos para a reprodutibilidade, pode-se concluir que o presente estudo demonstra que os métodos de avaliação da potência muscular de membros inferiores que utilizam o CMJ, tanto o TC, quanto a IVP podem ser ferramentas reprodutíveis para avaliação desta valência física, por meio de teste-reteste.

Entretanto, recomenda-se que a utilização destes métodos não seja intercambiada, visto que apresentaram discordâncias significativas no presente estudo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Fundo Nacional do Desenvolvimento da educação, do Ministério da Educação do Brasil, pela bolsa concedida ao Programa de Educação Tutorial (PET) da Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal.

REFERÊNCIAS

1-Aragón, L. F. Evaluation of Four Vertical Jump Tests: methodology, reliability, validity, and accuracy. *Measurement In Physical Education and Exercise Science*. Vol. 4. Num. 4. 2000. p. 215-228. http://dx.doi.org/10.1207/s15327841mpee0404_2.

2-Bosquet, L.; Maquet, D.; Forthomme, B.; Nowak, N.; Lehance, C.; Croisier, J.-L. Effect of the Lengthening of the Protocol on the Reliability of Muscle Fatigue Indicators. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 02. 2009. p. 82-88. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1243168>.

3-Brooks, E. R.; Benson, A. C.; Bruce, L. M. Novel Technologies Found to be Valid and Reliable for the Measurement of Vertical Jump Height with Jump-and-Reach Testing. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 32. Num. 10. 2018. p. 2838-2845. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002790>.

4-Caneviski, J. I. M.; Crepaldi, José Roberto; Fernandes, Eduardo Vignoto. Influência do Aquecimento no Desempenho do Teste de Salto Horizontal em Jovens Adultos. *Journal Of Health Sciences*. Vol. 19. Num. 3. 2017. p. 149. <http://dx.doi.org/10.17921/2447-8938.2017v19n3p149-153>.

5-Davis, D. S.; Bosley, E. E.; Gronell, L. C.; Keeney, Sarah A.; Rossetti, Andrea M.; Mancinelli, Corrie A.; Petronis, John J. The relationship of body segment length and vertical jump displacement in recreational athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 20. Num. 1. 2006. p. 136-140. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200602000-00021>.

6-Ferreira, J. C.; Carvalho, R. G. S.; Szmuchowski, L. A. Validade e confiabilidade

de um tapete de contato para mensuração da altura do salto vertical. *Revista Brasileira de Biomecânica*. Vol. 1. Num. 17. 2009. p. 93-99.

7-Ferreira, L. C.; Schilling, B. K.; Weiss, L. W.; Fry, A. C.; Chiu, L. Z.F. Reach Height and Jump Displacement: implications for standardization of reach determination. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Num. 6. 2010. p. 1596-1601. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d54a25>.

8-Guedes, D.P.; Guedes, J. Manual prático para avaliação física. Manole. 2006.

9-Hespanhol, J. E.; Silva Neto, L. G.; Arruda, M.; Dini, C. A. Avaliação da resistência de força explosiva em voleibolistas através de testes de saltos verticais. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 13. Num. 3. 2007. p. 181-184. <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-86922007000300010>.

10-Leard, J. S.; Cirillo, M. A.; Katsnelson, E.; Kimiatek, D. A.; Miller, T. W.; Trebincevic, K.; Garbalosa, J. C. validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 21. Num. 4. 2007. p. 1296.

11-Marques, M. C.; Travassos, B.; Almeida, R. A força explosiva, velocidade e capacidades motoras específicas em futebolistas juniores amadores: um estudo correlacional. *Motricidade*. Vol. 6. Num. 3. 2010. p. 5-12. <http://dx.doi.org/10.6063/MOTRICIDADE.140>.

12-Mentiplay, B. F.; Perraton, L. G.; Bower, K. J.; Adair, B.; Pua, Y.; Williams, G. P.; McGaw, R.; Clark, R. A. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. *Plos One*. Vol. 10. Num. 10. 2015. p. e0140822.

13-Ramsey, K. A.; Rojer, A. G.M.; D'Andrea, L.; Otten, R. H.J.; Heymans, M. W.; Trappenburg, M. C.; Verlaan, S.; Whittaker, A. C.; Meskers, C. G.M.; Maier, Andrea B. The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. Vol. 67. 2021. p. 101266.

Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.arr.2021.101266>.

14-Silva, J. F.; Detanico, D.; Floriano, L. T.; Dittrich, N.; Nascimento, P. C.; Santos, S. G.; Guglielmo, L. G. A. Níveis de potência muscular em atletas de futebol e futsal em diferentes categorias e posições. Motricidade. Vol. 8. Num. 1. 2012. p. 14-22.
<http://dx.doi.org/10.6063/MOTRICIDADE.233>.

15-Williams, J. The Declaration of Helsinki and public health. Bulletin of The World Health Organization. Vol. 86. Num. 8. 2008. p. 650-651. WHO Press.
<http://dx.doi.org/10.2471/blt.08.050955>.

Recebido para publicação em 01/04/2024
Aceito em 13/09/2024