

Efectos de dos modelos de periodización de entrenamiento de fuerza sobre variables cinemáticas de la marcha en adultos mayores

Effects of two strength training periodization models on gait kinematic variables in the elderly

Efeitos de dois modelos de periodização do treino de força nas variáveis cinemáticas da marcha em idosos

Diego Alejandro Rojas Jaimes¹

✉ diego.rojas.jaimes@unillanos.edu.co

Adriana Marcela Fernández Herrera¹

✉ adriana.fernandez@unillanos.edu.co

Heiler Stiben Giraldo Carrillo¹

✉ heiller.giraldo@unillanos.edu.co

¹Universidad de los Llanos, Colombia.

Resumen

La literatura ha demostrado ampliamente la relación entre el entrenamiento de fuerza y la calidad del patrón locomotor en personas mayores. Este estudio compara el efecto de dos modelos de periodización del entrenamiento de fuerza sobre las variables cinemáticas de la marcha en personas mayores. Treinta y seis adultos mayores (edad $68,9 \pm 5,8$ años, masa $71,7 \pm 7,51$ kg, altura $155,2 \pm 4,7$ cm), distribuidos aleatoriamente en un grupo de periodización inversa (GPIO $n=20$) y un grupo de periodización lineal (GPL; $n=16$), participaron en un entrenamiento de 20 semanas, con una frecuencia de entrenamiento de tres días (dos para entrenamiento de musculación y el tercer día para locomoción), siendo la carga de entrenamiento la misma para ambos grupos. La

periodización inversa comenzó con cargas de alta intensidad y bajo volumen, y a medida que se desarrolló el entrenamiento, la intensidad disminuyó y el volumen aumentó. La segunda periodización fue un entrenamiento progresivo. Se realizaron dos evaluaciones pretest y postest. Para evaluar las variables espacio-temporales de la marcha, los participantes caminaron una distancia de 7 m. Hubo cinco intentos a velocidad preferida y otros cinco a velocidad máxima. Para adquirir las variables espacio-temporales de la marcha, se utilizó una alfombra electrónica GAITRite®, y se analizaron la longitud de paso (LP) y longitud de zancada (LZ), el tiempo de paso y zancada, el porcentaje de apoyo simple y doble, la velocidad del paso y la zancada. Se realizó una MANOVA como análisis estadístico. Para la velocidad preferida, se indica un efecto principal del grupo para cp $p=0,05$, cpas $p=0,04$, vp $p=0,05$ e para vpas $p=0,03$. Para la velocidad máxima, el resultado indica interacciones significativas para las variables de velocidad cp ($p=0,02$) e vp ($p=0,01$). Los resultados indican un efecto positivo del entrenamiento de fuerza en la marcha de personas mayores físicamente sanas, como se ha demostrado en otros estudios. También es evidente la importancia de combinar el entrenamiento de fuerza y locomoción, lo que indica que la transferencia del entrenamiento podría aumentar el uso de ganancias neuromusculares en el control de tareas motoras, como caminar. En conclusión, la periodización inversa parece ser más efectiva para mantener los parámetros de la marcha en personas mayores físicamente activas.

Palabras clave: cinemática de la marcha, envejecimiento, entrenamiento de fuerza, locomoción, modelos de periodización.

Abstract

The relationship between strength training and gait quality in older adults has been well documented in the literature. This study compares the effects of two strength training periodization models on gait kinematic variables in older adults. Thirty-six older adults (age 68.9 ± 5.8 years, mass 71.7 ± 7.51 kg, height 155.2 ± 4.7 cm), randomized into a reverse wave periodization group (GPIO $n=20$) and a linear periodization group (GPL;

n=16), participated in a 20-week training program with a training frequency of three days (two for muscular training and the third for locomotor training), with the training load being the same for both groups. Reverse periodization began with high intensity and low volume loads and, as training progressed, decreased intensity and increased volume. The second periodization was progressive training. Two pretest and posttest evaluations were performed. To assess the spatiotemporal variables of gait, participants walked a distance of 7 m. Five attempts were made at the preferred speed and another five at maximum speed, with the central stride being analyzed. To acquire the spatiotemporal gait variables, a GAITRite® electronic carpet was used, and step length (SL) and stride length (STL), step and stride time, percentage of simple and double support, step speed and stride were analyzed. A MANOVA was performed as statistical analysis. For preferred speed, a main effect of the group is indicated for sl $p=0.05$, stl $p=0.04$, sv $p=0.05$ and for stv $p=0.03$. For maximum speed, the result indicates significant interactions for the speed variables cp ($p=0.02$) and vp ($p=0.01$). The results indicate a positive effect of strength training on gait in physically healthy elderly, as has been demonstrated in other studies. They also highlight the importance of combining strength training with locomotion training, indicating that transfer of training could increase the utilization of neuromuscular gains in the control of motor tasks, such as gait. In conclusion, reverse periodization appears to be more effective in maintaining gait parameters in physically active older people.

Keywords: gait kinematics, aging, strength training, locomotion, periodization models.

Resumo

A relação entre o treinamento de força e a qualidade da marcha em adultos mais velhos foi bem documentada na literatura. Este estudo compara os efeitos de dois modelos de periodização do treinamento de força nas variáveis cinemáticas da marcha em idosos. Trinta e seis adultos idosos (idade $68,9 \pm 5,8$ anos, massa $71,7 \pm 7,51$ kg, altura $155,2 \pm 4,7$ cm) distribuídos aleatoriamente em grupo de periodização reversa (GPIO $n=20$) e um grupo de periodização linear (GPL; $n=16$) participaram de um programa de treinamento de 20 semanas com uma frequência de treinamento de três dias (dois para

treino de musculação e o terceiro para treino de locomoção) igual para ambos os grupos. A periodização Inversa iniciou com cargas de alta intensidade e baixo volume e, a medida que o treinamento progredia, a intensidade diminuía e o volume aumentava. A segunda periodização foi treinamento progressivo. Foram realizadas duas avaliações pré-teste e pós-teste. Para avaliar as variáveis espaço-temporais da marcha, os participantes caminharam uma distância de 7 m. Foram feitas cinco tentativas na velocidade preferida e cinco na velocidade máxima, com sendo a passada central analisada. Para adquirir as variáveis espaço-temporais da marcha foi usada um tapete eletrônico GAITRite[®] e foram analisados o comprimento do passo (CP) e o comprimento da passada (CPAS), o tempo de passo e da passada, a porcentagem de apoio simples e duplo, a velocidade do passo e a passada. Uma MANOVA foi realizada como análise estatística. Para a velocidade preferida, um efeito principal do grupo é indicado para cp $p=0,05$, cpas $p=0,04$, vp $p=0,05$ e para vpas $p=0,03$. Para a velocidade máxima, o resultado indica interações significativas para as variáveis de velocidade cp ($p=0,02$) e vp ($p=0,01$). Os resultados indicam um efeito positivo de treinamento de força da marcha em idosos fisicamente saudáveis, conforme demonstrado em outros estudos. Eles também destacam a importância de combinar o treinamento de força com o treinamento de locomoção, indicando que a transferência do treinamento poderia aumentar o aproveitamento dos ganhos neuromusculares no controle das tarefas motoras, como a marcha. Em conclusão, a periodização reversa parece ser mais eficaz na manutenção dos parâmetros da marcha em idosos fisicamente ativos.

Palavras-chave: cinemática da marcha, envelhecimento, treinamento de força, locomoção, modelos de periodização.

Referencias

1. Aagaard, P. (2003). Training-Induced Changes in Neural Function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31(2), 61-67. <https://doi.org/10.1097/00003677-200304000-00002>

2. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased Rate of Force Development and Neural Drive of Human Skeletal Muscle Following Resistance Training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318-1326. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002>
3. Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S. P., & Kjær, M. (2010). Role of the Nervous System in Sarcopenia and Muscle Atrophy with Aging: Strength Training as a Countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 49-64. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x>
4. Barbieri, F. A., Beretta, S. S., Pereira, V. A. I., Simieli, L., Orcioli-Silva, D., Rocha dos Santos, P. C., van Dieën, J. H., & Gobbi, L. T. B. (2016). Recovery of Gait after Quadriceps Muscle Fatigue. *Gait & Posture*, 43, 270-274. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.10.015>
5. Beijersbergen, C. M. I., Granacher, U., Gäbler, M., Devita, P., & Hortobágyi, T. (2017). Kinematic Mechanisms of How Power Training Improves Healthy Old Adults' Gait Velocity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(1), 150-157. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001082>
6. Beijersbergen, C. M. I., Hortobágyi, T., Beurskens, R., Lenzen-Grossimlinghaus, R., Gäbler, M., & Granacher, U. (2016). Effects of Power Training on Mobility and Gait Biomechanics in Old Adults with Moderate Mobility Disability: Protocol and Design of the Potsdam Gait Study (POGS). *Gerontology*, 62(6), 597-603. <https://doi.org/10.1159/000444752>
7. Cofré, L. E., Lythgo, N., Morgan, D., & Galea, M. P. (2011a). Aging Modifies Joint Power and Work when Gait Speeds are Matched. *Gait & Posture*, 33(3), 484-489. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.12.030>
8. Henriksson, M., & Hirschfeld, H. (2005). Physically Active Older Adults Display Alterations in Gait Initiation. *Gait & Posture*, 21(3), 289-296. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.03.001>
9. Hortobágyi, T., Lesinski, M., Gäbler, M., VanSwearingen, J. M., Malatesta, D., & Granacher, U. (2015). Effects of Three Types of Exercise Interventions on

- Healthy Old Adults' Gait Speed: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45, 1627-1643. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0371-2>
10. Hortobágyi, T., Rider, P., Gruber, A. H., & DeVita, P. (2016). Age and Muscle Strength Mediate the Age-Related Biomechanical Plasticity of Gait. *European Journal of Applied Physiology*, 116, 805-814. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3312-8>
 11. Osoba, M. Y., Rao, A. K., Agrawal, S. K., & Lalwani, A. K. (2019). Balance and Gait in the Elderly: A Contemporary Review. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 4(1), 143-153. <https://doi.org/10.1002/lio2.252>
 12. Persch, L. N., Ugrinowitsch, C., Pereira, G., & Rodacki, A. L. F. (2009). Strength Training Improves Fall-Related Gait Kinematics in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *Clinical Biomechanics*, 24(10), 819-825. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.07.012>
 13. Prince, F., Corriveau, H., Hébert, R., & Winter, D. A. (1997). Gait in the Elderly. *Gait & Posture*, 5(5), 128-135. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)01118-1](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)01118-1)
 14. Roberts, M., Mongeon, D., & Prince, F. (2017). Biomechanical Parameters for Gait Analysis: A Systematic Review of Healthy Human Gait. *Physical Therapy and Rehabilitation*, 4(1), 6. <https://shorturl.at/xYrSV>
 15. Uematsu, A., Hortobágyi, T., Tsuchiya, K., Kadono, N., Kobayashi, H., Ogawa, T., & Suzuki, S. (2018). Lower Extremity Power Training Improves Healthy Old Adults' Gait Biomechanics. *Gait & Posture*, 62, 303-310. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.036>
 16. Uematsu, A., Tsuchiya, K., Kadono, N., Kobayashi, H., Kaetsu, T., Hortobágyi, T., & Suzuki, S. (2014). A Behavioral Mechanism of How Increases in Leg Strength Improve Old Adults' Gait Speed. *PLoS ONE*, 9(10), 1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110350>