

Chulvi-Medrano, I. y Masiá Tortosa, L. (2012). Entrenamiento cardiovascular utilizando máquinas elípticas. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 12 (45) pp. 170-178. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista45/artentrenamiento279.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista45/artentrenamiento279.htm)

REVISIÓN

ENTRENAMIENTO CARDIOVASCULAR UTILIZANDO MÁQUINAS ELÍPTICAS

CARDIOVASCULAR TRAINING WITH ELLIPTICAL MACHINES

Chulvi-Medrano, I.¹ y Masiá Tortosa, L.².

¹Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Director técnico NowYou Valencia. España. Chulvi77@hotmail.com

²Entrenador personal NowYou Valencia. España. Serenity198203@hotmail.com

Código UNESCO: 2411.06 Fisiología del ejercicio

Clasificación Consejo de Europa: 6 Fisiología del ejercicio

Recibido 12 de junio de 2010

Aceptado 9 de agosto de 2019

RESUMEN

El sedentarismo es un problema actual de consecuencias nefastas para la salud. La actividad física representa una herramienta preventiva de gran valor. La condición cardiovascular resulta crucial, principalmente para la profilaxis de las enfermedades cardiovasculares derivadas del sedentarismo. La forma más fácil de realizar entrenamiento cardiovascular es la caminata, pero no es la única. En los centros de actividad física y de fitness ha emergido la utilización de los dispositivos elípticos. El objetivo de la presente revisión ha sido recopilar la información actual que permita fundamentar la utilización de este elemento de entrenamiento cardiovascular entre la población general. Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed y SportDiscus. De los estudios obtenidos se puede concluir que el dispositivo elíptico es adecuado para el mantenimiento y mejora de la aptitud cardiovascular.

PALABRAS CLAVE: Cross trainer, aptitud cardiovascular, ejercicio físico.

ABSTRACT

Physical inactivity is a current problem with harmful consequences to health. Physical activity is a valuable preventive tool. Cardiorespiratory fitness plays an

important role, especially for the prophylaxis of cardiovascular diseases resulting from sedentary lifestyle. The easiest way to train cardiorespiratory fitness is the walk, but not alone. In the centers of physical activity and fitness centers has emerged the use of elliptical devices. Aim of this review has been to collect current information to justify the use of this element of training among general population. We performed a literature search in PubMed and SportDiscus database. The retrieved studies can conclude that elliptical devices are appropriated for the maintenance and improvement of cardiorespiratory fitness.

KEY WORDS: Cross trainer, cardiorespiratory fitness, physical exercise.

INTRODUCCIÓN

Los hábitos sedentarios de la población actual están desembocando en un alarmante incremento en la incidencia de diversas patologías asociadas con la carencia del movimiento (1). La realización de actividad física es la mejor opción para prevenir y tratar esta situación (2).

El fitness cardiovascular es un componente esencial para la salud global y puede definirse como la habilidad para realizar una tarea repetida, de moderada elevada intensidad durante un tiempo extendido realizándose por grandes grupos musculares. La realización de actividad física cardiovascular es la mejor opción para reducir el riesgo de mortalidad por la inactividad. Woodcock et al. (3) aporta datos epidemiológicos, que muestran como elevados estados de forma cardiovascular correlacionan positivamente con una reducción en la tasa de muerte derivada de cualquier tipo de enfermedad.

En múltiples investigaciones se ha corroborado la importancia de la actividad física para disminuir la morbilidad y la mortalidad (4,5), pero también se ha detectado, que su práctica regular promueve la salud tanto mental como social, además de mejorar la calidad de vida en general (6).

Tanto es así, que investigadores e instituciones que velan por la salud se han esforzado en concretar la cantidad mínima de actividad física necesaria para la salud. Actualmente, y gracias a estos esfuerzos, ha sido reconocida una cantidad mínima necesaria de actividad física de 5 días /30 min de actividad física, predominantemente cardiovascular para prevenir enfermedades, con elevada tasa de mortandad (2,7).

Estas recomendaciones apuntan a la caminata como la actividad física básica para cubrir con las necesidades mínimas, no obstante, deja abierta la posibilidad de realizar otras modalidades de actividad física cardiovasculares tales como correr o pedalear.

Diferentes máquinas han sido diseñadas para poder realizar un entrenamiento cardiovascular que permitan alcanzar la actividad física mínima recomendada. Entre todas podemos destacar la elíptica (foto 1), por la importancia que ha cobrado en los últimos años. Específicamente ha sido

cuantificado que la utilización de este dispositivo ha crecido en un 429.5% del año 1998 al años 2007 (8).

Foto 1. Dispositivo elíptico de entrenamiento cardiovascular.



El objetivo de la presente revisión ha sido recopilar la información actual disponible referente a las características del ejercicio elíptico como dispositivo de entrenamiento cardiovascular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Con el objetivo de fundamentar la inclusión de las máquinas elípticas en los programas de acondicionamiento cardiovascular, se ha realizado una revisión bibliográfica desde el enero 1994 a enero 2010 en las bases de datos PubMed y SportsDiscus .Los términos de búsqueda estuvieron en base a dos conceptos, por un lado, el concepto entrenamiento cardiovascular (*“cardiovascular training”*; *“cardiovascular exercise”*; *“aerobic training”*; *“aerobic exercise”*) y por otro lado el concepto de elíptica (*“elliptical exercise”*; *“cross-trainer”*). Los descriptores fueron combinados por el operador AND. Adicionalmente, las listas de referencias bibliográficas de todos los documentos seleccionados también fueron revisadas.

Los criterios de inclusión considerados fueron la característica de estudio clínico en humanos y la descripción de las características específicas del ejercicio elíptico como dispositivo de entrenamiento cardiovascular. No fueron aplicados criterios de exclusión en relación al idioma o al tipo de artículo (original o revisión). La búsqueda obtuvo un total de 101 estudios potenciales para la inclusión de los cuales fueron seleccionados para esta revisión 14, puesto que cumplían con los citados criterios.

RESULTADOS

Como base fundamental, la revisión tuvo en consideración tres grandes características del ejercicio elíptico, en primer lugar las fuerzas de impacto para el cuerpo, en segundo lugar, la actividad muscular del ejercicio, y por último, las

respuestas cardiometabólicas desencadenadas por el ejercicio elíptico. Así pues, los resultados serán presentados en torno a dicha categorización.

Fuerzas de impacto para el cuerpo

El primer aspecto que destaca de las elípticas es que su diseño permite reducir las cargas y los impactos recibidos por el cuerpo durante su ejecución (9). Este fenómeno se debe a que el movimiento esencial de la elíptica es una combinación entre el movimiento cíclico de la bicicleta y el movimiento lineal del escalador, generando un movimiento conocido como patrón elíptico, evitando el patrón circular.

El análisis cinemático de la elíptica desvela que en el plano sagital el movimiento del tronco y la pelvis es muy similar cuando se compara con la cinta, aunque se observa un mayor adelantamiento del tronco y basculamiento anterior de la pelvis en las elípticas, que puede ser atribuido al agarre anterior que requieren (10). Por su lado, destaca que al final de la fase del ciclo de la elíptica se consigue una extensión de la pierna en relación a la vertical.

Gracias al estudio de Lu et al., (11) se conoce que existen fuerzas verticales, fuerzas de reacción y ratios de cargas durante el ejercicio elíptico, de escasa magnitud para las articulaciones de los miembros inferiores. Estos datos han sido corroborados por Knutzen et al., (12) quienes además, aportan resultados que muestran una relación incremental entre las fuerzas compresivas, los momentos sobre la rodilla con mayores grados de inclinación de cadera. Esta reducción puede ser atribuida a las flexiones de cadera y mayor momento extensor de rodilla. Estos datos invitan a sugerir la inclusión de la elíptica como medio de entrenamiento cardiovascular en sujetos con dolor de rodilla o situaciones donde deben evitarse las cargas compresivas sobre las diversas articulaciones del miembro inferior.

Además de reducir las cargas sobre la rodilla y la cadera, también se ha podido comprobar que la elíptica reduce las cargas compresivas sobre las plantas de los pies (13), aspecto de vital importancia para personas que no puedan asumir grandes cargas en dicha región, como pueden ser los diabéticos (13,14).

Con los datos citados anteriormente, se puede sugerir la inclusión de la elíptica como dispositivo de entrenamiento cardiovascular en personal con limitaciones ortopédicas principalmente de los miembros inferiores, o en personas que requieran entrenamiento de bajo impacto articular, como puede ser entre los obesos y los afectados de osteoartritis de rodilla.

Activación muscular

La búsqueda bibliográfica solo obtuvo un resultado en referencia a la actividad muscular obtenida durante la ejecución del ejercicio elíptico.

Al comparar la actividad muscular del glúteo mayor entre la elíptica y la cinta, Burnfield et al., (10) encuentran una mayor contribución significativa en la elíptica situándose en un $38 \pm 42\%$ frente al $26 \pm 25\%$ obtenido en la cinta. Por su parte, estos mismos autores no detectaron diferencias significativas para ningún otro grupo muscular de la pierna estudiado.

En nuestra búsqueda bibliográfica no se encontró ningún estudio que analice la participación de los miembros superiores e incluso del tronco – músculos del core-, por lo tanto, no es conocida la contribución de los mismos.

Respuestas cardiometabólicas

Resultados de diversas investigaciones demuestran que las elípticas son un modo efectivo para el desarrollo de la aptitud cardiovascular (15,16).

Las variables cardiovasculares estudiadas durante la ejecución de la elíptica (tabla 1) muestran resultados muy similares o superiores a los obtenidos con otros modos de entrenamiento tales como la bicicleta o la cinta (15,16), por lo tanto, puede resultar una alternativa eficaz en el mantenimiento y mejora del estatus cardiovascular.

Tabla 1. Resumen de los estudios que han registrado algunas variables fisiológicas durante el ejercicio elíptico.

Autor (año)	Sujetos	Intensidad	VO2 (ml/Kg/min)	VE (l/min)	HR (beats/min)	Kcal	RPE	Lactato en sangre	TA
Kravtitz et al.,(17)	20 hombres y mujeres sanos 19.8 ± 2.3 años	5 minutos 125 y 135 pedaladas/ minuto	22.3 ± 3	33.9 ± 7.1	145.3 ± 16.7	$8.1 \pm 1.6/$ min	10.9 ± 1.2		
Porcari et al., (9)	8 hombres y 8 mujeres sanos de entre 27 y 54 años	Autolección de ritmo durante 20 minutos	32.9		157	11.9 / min	12.7		
Kim et al., (18)	7 hombres y 5 mujeres sanos y activos obesos (>29 IMC) 31-71 años	11-12 Borg-Scale	27.6 ± 9.1	13.2 ± 3.4	128 ± 22	$8 \pm 2 /$ min		3.97 ± 1.77	
Sweitzer et al., (19)	9 hombres y 3 mujeres cardiopatas 49-79 años	RPE 14	15.79 ± 2.94	40.71 ± 7.16	126.5 ± 13.2				TAS: 176 ± 21 TAD: 75 ± 10
		RPE 10	12.62 ± 2.22	27.86 ± 7.11	109.9 ± 19.4				TAS: 154.18 TAD:69 ± 7
Moyna et al., (20)	9 Hombres sanos 26.3 ± 2.3	Esfuerzo máximo	45.9 ± 1.4	117.5 ± 4.8	$189, 4 \pm 2.9$				
	10 Mujeres sanos 21.6 ± 0.8		38.4 ± 1.9	81.2 ± 4.5	194.1 ± 2				

	9 Hombres sanos 26.3 ± 2.3	RPE 11			158.8 ± 3.1	773,76 ± 46.57 / hora			
		RPE 13			167, 3 ± 3.5	922,11± 29.69 / hora			
		RPE 15			176.4 ± 3.3	1000.5 ± 29.02 / hora			
	10 Mujeres sanos 21.6 ± 0.8	RPE 11			167.6 ± 5.1	534.88 ± 28.5 / hora			
		RPE 13			169.2 ± 6.2	584.07 ± 33.09 / hora			
		RPE 15			178.6 ± 4.6	637.23± 35.21/ hora			

VO2: consumo de oxígeno; **VE:** Volumen ventilatorio; **HR:** Pulsaciones por minuto; **Kcal:** kilocalorías; **RPE:** Percepción de esfuerzo; **TAS:** Tensión arterial sistólica; **TAD:** Tensión arterial diastólica.

La eficiencia del ejercicio elíptico en términos de consumo calórico parece oscilar en torno a 8 -12 kilocalorías/ minuto (9,17,18). Sin embargo, no se han encontrado estudios que comparen el gasto energético de este dispositivo frente a otros más convencionales como la cinta sin fin o la bicicleta estática. Una aproximación se encuentra en el trabajo de Moyna et al. (20), estos investigadores utilizaron un simulador de esquí (dispositivo similar a una elíptica) y compararon con la bicicleta estática, el remo, la cinta y el escalador. Los autores registran que el tiempo requerido para consumir 200 kilocalorías a intensidades de percepción de esfuerzo en la escala de Borg de 11, 13 y 15 eran muy similares a los necesarios en la corriendo, pero superiores a ejercicios como la bicicleta, el remo o el escalador.

Tabla 2. Registros del tiempo necesario para consumir 200 kilocalorías realizando ejercicio elíptico a diferentes intensidades controladas con escala de percepción de esfuerzo.

	RPE-11 ¹	RPE-13 ²	RPE-15 ³
Hombres	16.1 ± 3.9 min	13.1 ± 1.2 min	12 ± 1 min
Mujeres	22.9 ± 4.2 min	21.1 ± 4.0 min	15.9 ± 4.6 min

RPE-11 (esfuerzo suave); **RPE-13** (esfuerzo ligero); **RPE-15** (esfuerzo duro). Tomado del trabajo original de Moyna et al., (20).

Los parámetros fisiológicos y metabólicos generados por el ejercicio de la elíptica parecen estabilizarse (*"situación de steady state"*) transcurridos 4 minutos del inicio del ejercicio, si son mantenidas constantes las variables (principalmente intensidad y cadencia) del entrenamiento (21).

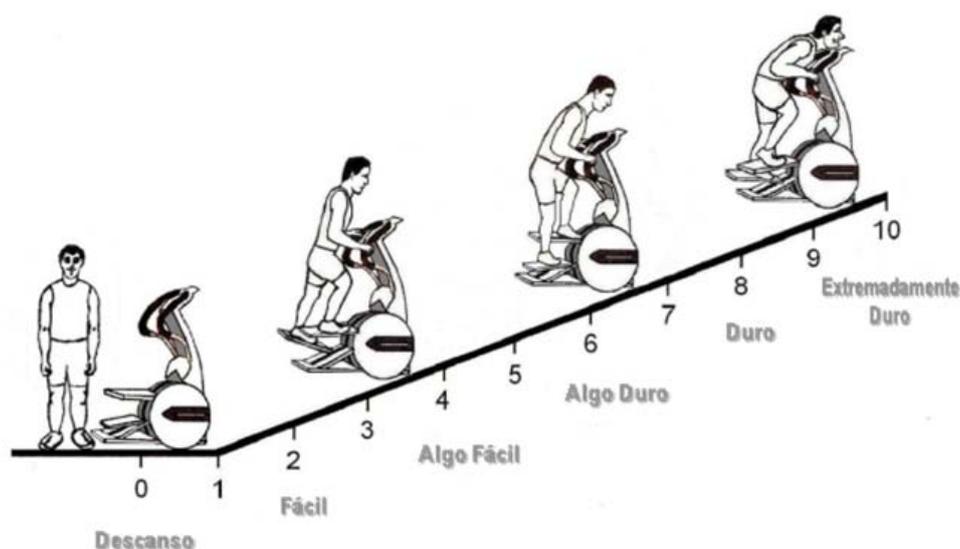
Una forma de determinar y prescribir la intensidad del entrenamiento consiste en aplicar la escala de percepción de esfuerzo (RPE) –especialmente la frecuencia cardiaca puede estar alterada por cualquier factor como por ejemplo la ingesta de fármacos-(22). A la hora de autoseleccionar la intensidad del ejercicio cardiovascular Moyna et al., (20) encontraron que se consumen más calorías en el simulador de esquí y en la cinta que con otros modos de entrenamiento como el

step , remo y bici para una misma intensidad -11 RPE (fairly Light) y 15 RPE (hard)-. El estudio liderado por Batté et al., (21) condujo a los sujetos a intensidades superiores a las aplicadas en el estudio previo, en este caso RPE 20, y registró mayores valores para el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardiaca, que también corresponderá con una mayor consumo calórico.

Esta relación también ha sido encontrada entre sujetos con obesidad (IMC >30) por Kim et al., (18), con intensidades de RPE entre 11 y 13. De igual forma, se observa esta diferencia en una población con enfermedad arterial coronaria, cuando se compara la elíptica con la cinta realizada con una RPE de 10 y de 14 (19).

Recientemente ha sido diseñada y validada la escala de percepción de esfuerzo OmniRes (figura 1) para su aplicación durante el ejercicio elíptico debido a su fiabilidad y a su fuerte relación con la intensidad del ejercicio (23).

Figura 1 Escala de la *Adult OMNI RPE Elliptical Ergometry Scale* traducido del original (23).



Un último apunte, sugiere la posibilidad de realizar el ejercicio en sentido inverso al sentido de las agujas del reloj como variable para progresar en intensidad del entrenamiento. La elíptica permite realizar tanto hacia delante, como hacia detrás, comparar las respuestas metabólicas de ambas variables fue el motivo de estudio de Kravitz et al., (17). Los registros de frecuencia cardiaca, VO₂, y ventilación reflejan una mayor demanda cuando se aplica la resistencia o la velocidad durante el movimiento hacia atrás frente al movimiento hacia delante.

CONCLUSIONES

La presente revisión permite concluir que el uso de las máquinas elípticas representa una modalidad adecuada para el mantenimiento y la mejora cardiovascular. Su ejecución reduce las cargas recibidas por las articulaciones del

hemisferio corporal inferior frente a otras actividades cardiovasculares como la cinta sin fin. Estas características sugieren su inclusión entre personas con patologías ortopédicas en los miembros inferiores.

El estímulo cardiovascular generado por la máquina elíptica es muy similar o ligeramente superior a otros dispositivos disponibles en la actualidad, como la bicicleta estática o la cinta sin fin.

El estrés final generado por el ejercicio con elíptica puede ser controlado por medio de una escala de percepción de esfuerzo, y podrá manipularse mediante las variables de cadencia, resistencia, posición corporal durante el ejercicio y sentido del pedaleo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dishman RK, Washburn RA, Heath GW. Physical activity epidemiology. Champaign IL: Human Kinetics; 2004.
2. O'Donovan G, Blazevich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U et al. The ABC of physical activity for health: a consensus statement from the British Association of Sports and Exercise Sciences. *J Sports Sci.* 2010; 28 (6): 573-91.
3. Woodcock J, Franco OH, Orsini, Roberts I. Non-vigorous physical activity and all-cause mortality: systematic review and metaanalysis of cohort studies. *Int J Epidemiol.* 2011; 40 (1): 121-138.
4. Franklin BA, McCullough PA. Cardiorespiratory fitness: an independent and additive marker of risk stratification and health outcomes. *Mayo Clin Proc.* 2009; 84 (9): 776-9.
5. Yung LM, Laher I, Yao X, Chen ZY, Huang Y, Leung FP. Exercise, vascular wall and cardiovascular diseases: an updated (part 2). *Sports Med.* 2009; 39 (1): 45-63.
6. Karvonen MJ. Physical activity for a healthy life. *Res Q Exerc Sport.* 1996; 67 (2): 213-5.
7. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health. Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007; 116:1081-93.
8. American Sports Data. American Sports Data, Inc. SuperStudy® of Sports Participation (Vol. 1). New York; 2007.
9. Porcari JP, Zedaker JM, Naser L, Miller M. Evaluation of an elliptical exerciser in comparison to treadmill walking and running, stationary cycling, and stepping. *Med Sci sports Exerc.* 1998; 30 (5): S168
10. Burnfield JM, Shu Y, Buster T, Taylor A. Similarity of joint kinematics and muscle demands between elliptical training and walking. Implications for practice. *Phys Ther.* 2010; 90 (2):1-17.
11. Lu TW, Chien HL, Chen HL. Joint loading in the lower extremities during elliptical exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39 (9): 1651-1658.
12. Knutzen K, Lawson A, Brilla L, Chalmers G. Knee joint loads during exercise on the elliptical traininr. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39 (5): S154-155.

13. Burnfield JM, Jorde AG, Augustin TR, Augustin Ta, Bashford GR. Variations in plantar pressure variables across five cardiovascular exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39 (11): 2012-2020.
14. Cuff DJ, Iganszewski A, Meneilly GS, Tildesley HD, Martin A, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2003; 26: 2977-2982.
15. Egana M, Donne B. Physiological changes following a 12 week gym based stair-climbing, elliptical trainer and treadmill running program in females. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004; 44: 141-146.
16. Mercer JA, Dufek JS, Bates BT. Analysis of peak oxygen consumption and heart rate during elliptical and treadmill exercise. *J Sports Rehabilitation.* 2001; 10 (1): 48-56.
17. Kravitz L, Wax B, Mayo JJ, Daniels R, Charette K. Metabolic response of elliptical exercise training. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30 (5):S169.
18. Kim J-K, Nho H, Whaley MH. Inter-modal comparison of acute energy expenditure during perceptually based exercise in obese adults. *J Nutr Sci Vitaminol.* 2008; 54: 39-45.
19. Sweitzer ML, Kravitz L, Weingart HM, Dalleck LC, Chitwood LF, Dahl E. The cardiopulmonary responses of elliptical crosstraining versus treadmill walking in CAD patients. *JEP online.* 2002; 5 (4): 11-15.
20. Moyna NM, Robertson RJ, Meckes CL, Peoples JA, Millich NB, Thompson PD. Intermodal comparison of energy expenditure at exercise intensities corresponding to the perceptual preference range. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33 (8): 1404-1410.
21. Batté AL, Darling J, Evans J, Lance LM, Olson EI, Pincivero DM. Physiologic responses to a prescribed rating of perceived exertion on an elliptical fitness cross-trainer. *J Sports Med Phys Fit.* 2003; 43 (3): 300-305.
22. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription 8th ed Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilking; 2009.
23. Mays RJ. Validation of adult omni perceived exertion scales for elliptical ergometry. [Thesis]. University of Pittsburgh; 2009.

Referencias totales / Total references: 23 (100%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)