PubliCE, (PubliCE) 2004

Research

Respuestas Fisiológicas a la Caminata en Pendiente Descendente en Individuos Jóvenes y Ancianos

James W Navalta[1], Darlene A Sedlock[1] y Kyung-Shin Park[1]

[1]*Department of Health & Kinesiology, Purdue University, West Lafayette, IN 47907-2046.*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue medir las respuestas cardiovasculares y metabólicas de caminar en pendiente descendente en individuos ancianos y jóvenes. Veinte sujetos, diez ancianos (edad 64±3 años [media±DE]) y diez jóvenes (edad 23±3 años) realizaron series de 6 minutos de caminata en cinta a una velocidad de 80.4m/min y con inclinaciones de 5, 0, -5, -10, -15 y -20%. Se determinaron la frecuencia cardíaca (HR), las presiones sanguíneas sistólica (SBP) y diastólica (DBP), la tasa de producto de presión (RPP), el consumo de oxígeno (VO_2), la ventilación pulmonar (V_E) y el índice de esfuerzo percibido (RPE). En comparación con los sujetos jóvenes, los sujetos ancianos tuvieron valores significativamente mayores de HR, SBP, RPP, DBP y RPE tanto durante la caminata en pendiente ascendente como pendiente descendente. Durante la caminata en pendiente descendente los individuos ancianos exhibieron valores de VO_2 y V_E similares a los de los sujetos jóvenes. Se observó una respuesta característica curvilínea para la HR, SBP, RPP, VO_2 y V_E con el incremento progresivo en la inclinación negativa de la cinta. Las mediciones más altas se observaron con una graduación de la cinta de 5% y las más bajas entre -5% y -10%. La caminata en pendiente descendente con inclinaciones entre -5% y -10% reduce la demanda cardiovascular y metabólica durante el ejercicio, tanto en individuos ancianos como en individuos jóvenes. La caminata en pendiente descendente es una actividad que puede ser particularmente beneficiosa para individuos ancianos sedentarios en las etapas tempranas de un programa de entrenamiento.

Palabras Clave: inclinación negativa, ejercicio excéntrico, envejecimiento, respuesta curvilínea

INTRODUCCION

Es fisiológicamente menos estresante para los adultos jóvenes realizar ejercicios en pendiente descendente que en un terreno nivelado o en una pendiente ascendente. Pivarnik y Sherman reportaron frecuencias cardíacas significativamente menores con inclinaciones de -5 y -10% que con inclinaciones de +5 y +10% en hombres y mujeres jóvenes entrenados aeróbicamente que realizaron caminatas y trotes suaves (15). Wanta et al. examinaron las respuestas de la HR y del consumo de oxígeno (VO_2) en diez hombres jóvenes con buena aptitud física durante caminatas a dos velocidades diferentes (90 y 105m/min) con inclinación cero y en pendiente descendente, con incrementos en la inclinación de 3% hasta alcanzar un nivel de -18% (21). Las respuestas tuvieron forma curvilínea, hallándose el menor valor para la HR con una inclinación entre -6% y -9%, y entre -9% y -12% para el VO_2. Robgers et al. midieron la HR en un grupo de corredores recreacionales mientras corrían con inclinaciones de 0, -1.8, -3.6 y -5.4% a tres velocidades elegidas por los sujetos (16). Aunque no se analizó estadísticamente, la HR a una velocidad dada fue menor con el incremento progresivo de la pendiente descendente. En base a los resultados de estos estudios, parece claro que la HR y el VO_2 de los adultos jóvenes

se reduce en forma curvilínea como respuesta a caminar o correr suavemente en inclinaciones negativas progresivamente mayores.

Las actividades que mejoran el movimiento físico (i.e. el incremento en la velocidad de la caminata), sin producir un desmedido incremento en el estrés cardiovascular y metabólico, pueden ser beneficiosas para los ancianos y deberían ser identificadas. Con respecto a esto el ejercicio con inclinaciones negativas puede ser de utilidad, siempre y cuando las respuestas reportadas para los ancianos sean similares a las que ocurren en adultos jóvenes. Muchas actividades de la vida diaria son realizadas utilizando acciones musculares que requieren contracciones concéntricas y excéntricas coordinadas. Se sabe que las contracciones musculares excéntricas realizadas por grupos musculares desentrenados provocan una inflamación aguda y una disminución de la fuerza funcional (19, 20). Para superar estas consecuencias, se deberían realizar regularmente actividades que involucren combinaciones de acciones musculares excéntricas y concéntricas. Bajar escaleras o caminar en pendientes descendentes, son ejemplos de actividades que requieren de la realización de contracciones excéntricas, y que probablemente se realizan durante el día. Hasta la fecha, los estudios que han empleado ejercicio en pendientes descendentes se han enfocado principalmente en las respuestas de sujetos jóvenes saludables (15, 16, 21). El propósito de este estudio fue valorar las respuestas cardiovasculares y metabólicas de ancianos saludables durante caminatas en pendiente descendente. Para comparar los resultados también se evaluó a un grupo de individuos jóvenes.

METODOS

Sujetos

Veinte hombres ancianos y jóvenes, activos y saludables se ofrecieron voluntariamente para participar de este estudio. Al momento de la realización del estudio los sujetos no estaban tomando medicamentos que pudieran alterar las funciones cardiovasculares y metabólicas. Antes de participar en el estudio los sujetos ancianos obtuvieron una autorización médica. El comité institucional para la utilización de sujetos humanos en la investigación aprobó el protocolo y todos los sujetos proporcionaron un consentimiento informado por escrito.

Protocolo

Los sujetos completaron una sesión de evaluación en el laboratorio que consistió de 6 series de caminata en cinta, de 6 minutos de duración, con 2 minutos de pausa entre cada serie. La velocidad de caminata fue de 80.4m/min con inclinaciones de 5, 0, -5, -10, -15 y -20% administradas en orden aleatorio. Se les instruyó a los sujetos para que caminaran normalmente y no se les permitió tomarse de las barras de seguridad durante el ejercicio. La HR se midió a cada minuto utilizando un dispositivo telemétrico (Polar; Oy, Finlandia) mientras que las presiones sanguíneas sistólica (SBP) y diastólica (DBP) (DBP; 5to sonido de Korotkoff), fueron determinadas al final de cada serie utilizando un esfingomanómetro auscultatorio (American Diagnostic Corporation; Newport Beach, CA). La tasa de producto de presión (RPP) fue calculada de la siguiente forma: $RPP=HR \times SBP \times 10^{-3}$.

El VO_2 y la ventilación pulmonar (V_E) fueron medidos utilizando un sistema automatizado de análisis de gases (Parvo Medics TrueMax 2400; Salt Lake City, UT) que fue calibrado antes de cada sesión de evaluación. Las mediciones metabólicas y la HR fueron registradas a cada minuto, promediando los valores de los minutos 5 y 6 de la serie para su utilización en los análisis. El índice de esfuerzo percibido se obtuvo al final de cada serie de ejercicios utilizando la escala de Borg (3).

Análisis Estadísticos

Todos los datos se presentan como medias±DE. Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo utilizando el programa Statistical Analysis System Institute Inc. versión 8.1 (SAS; Cary, NC). Las variables dependientes fueron analizadas utilizando el análisis de varianza ANOVA multifactorial de dos vías (edad x graduación de la cinta), y efectuando el test post hoc de Tukey cuando fuera apropiado. La significancia estadística fue aceptada a un nivel α de $p \leq 0.05$.

Variable	Ancianos	Jóvenes
Edad (años)	64±3 *	23±3
Talla (cm)	166±9	170±6
Peso (kg)	72±9	71±12
BMI (kg/m^2)	26±3	25±4

Tabla 1. *Características de los sujetos. Los valores son presentados como medias±DE. BMI=Índice de masa corporal.* Indica diferencias significativas (p<0.05).*

RESULTADOS

Frecuencia Cardíaca

Los sujetos en el grupo de ancianos eran significativamente mayores que los sujetos en el grupo de adultos jóvenes, pero tenían similar talla, peso e índice de masa corporal (Tabla 1). Todos los sujetos eran físicamente activos los cual se determinó a través del Aerobics Center Longitudinal Study Physical Activity Questionnaire (8). No hubo diferencias significativas en la HR de reposo entre los dos grupos (jóvenes=63.7±12.1 latidos/min, ancianos=65.4±9.4 latidos/min). Con el ejercicio en pendiente emergieron efectos significativos para la edad (p=0.01) y para la inclinación de la pendiente (p<0.0001). La HR fue mayor en los sujetos ancianos (104.3±13.7 latidos/min) que en los sujetos jóvenes (97.8±17.1 latidos/min) en todas las series de ejercicio. Los valores correspondieron al 66.9±8.2% (grupo de ancianos) y 49.6±8.5% (grupo de jóvenes) de la HRmáx. ajustada por la edad (p<0.0001). La HR durante la caminata en pendiente ascendente fue significativamente mayor que durante todas las otras inclinaciones excepto -20% (Figura 1). No hubo diferencias significativas en la respuesta de la HR entre la caminata inclinación con cero y cualquiera de las inclinaciones de pendiente negativa.

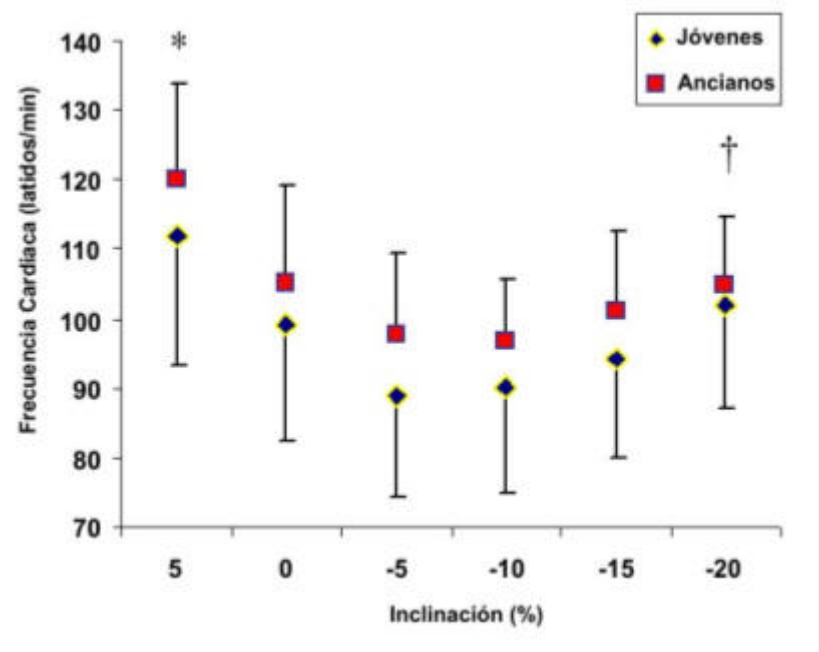


Figura 1. *Frecuencia cardiaca durante la caminata en cinta con diferentes inclinaciones a una velocidad de 80.4m/min. *=Significativamente mayor que en todas las otras inclinaciones excepto -20%. †=Estadísticamente similar a todas las inclinaciones.*

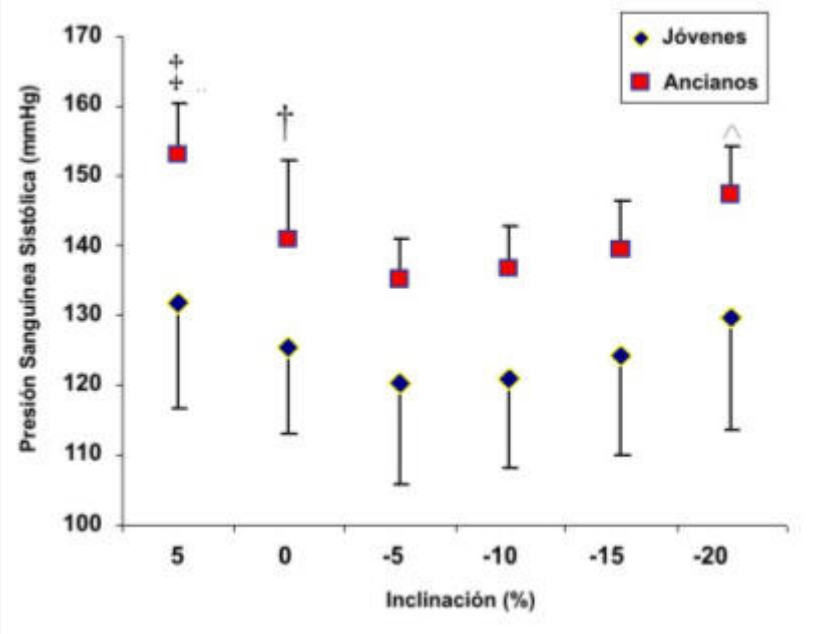


Figura 2. *Presión sanguínea sistólica durante la caminata en cinta con diferentes inclinaciones a una velocidad de 80.4m/min. ‡=Significativamente mayor que -5, -10 y -15%. †=Estadísticamente similar a todas las inclinaciones. ^Similar a todas las inclinaciones excepto -5%.*

Presión Sanguínea Sistólica

Se hallaron efectos principales significativos para la edad ($p<0.0001$) y para la inclinación ($p=0.0005$). La SBP de los participantes ancianos (142.1±14.2mmHg) fue mayor que la de los participantes jóvenes (125.4±14.2mmHg) durante todas las series de caminata, sin embargo, la SBP de reposo fue significativamente mayor en los ancianos (126.6±10.4mmHg) en comparación con los sujetos jóvenes (113.8±9.2mmHg). Cuando se analizó el cambio en la SBP desde el reposo no se hallaron diferencias significativas entre los sujetos ancianos y jóvenes, i.e., con el ejercicio el cambio en la SBP fue similar entre los grupos. Con respecto a la inclinación, la SBP durante la caminata en pendiente ascendente fue similar a la observada durante la caminata con pendiente cero y con -20% (Figura 2). No hubo diferencias significativas en la SBP entre la caminata con pendiente cero comparada con cualquiera de las inclinaciones de pendiente descendente.

Presión Sanguínea Diastólica

Hubo un efecto significativo para la presión sanguínea diastólica durante las caminatas con pendiente positiva, con pendiente cero y con pendiente negativa ($p<0.0001$). La DBP de los sujetos ancianos (78.6±6.6mmHg) fue significativamente mayor que la de los sujetos jóvenes durante el ejercicio (63.4±7.3mmHg), con valores de reposo significativamente diferentes entre los grupos (ancianos=79 ± 4.7mmHg, jóvenes=68±9.2mmHg; $p<0.0001$). Cuando se analizó el cambio en la DBP desde los valores de reposo, se mantuvo la diferencia entre los grupos, con los sujetos jóvenes exhibiendo un mayor cambio con el ejercicio (-4.65±5.9) en comparación con los sujetos ancianos (-0.43±4.1; $p<0.0001$).

Tasa de Producto de Presión

Se observaron efectos principales significativos para la edad ($p<0.0001$) y para la inclinación ($p<0.0001$). Los participantes ancianos (14.9±2.7) exhibieron un mayor RPP en todas las series de caminata que los participantes jóvenes (12.4±3.2). Sin embargo, la RPP de reposo fue significativamente mayor en los sujetos ancianos (8.2±1.0) versus los individuos jóvenes (7.3±1.6), por lo cual se analizó el cambio en el RPP desde el reposo al ejercicio. Este análisis reveló que los sujetos ancianos tuvieron un mayor cambio en la RPP con el ejercicio (6.7±2.3) que los sujetos jóvenes (5.1±2.5) ($p<0.0001$). El RPP a una inclinación del 5% fue significativamente mayor que para todas las otras inclinaciones excepto a -20% (Figura 3). El RPP durante la caminata con inclinación cero y con inclinación negativa fueron similares.

Consumo de Oxígeno

No se halló un efecto significativo de la edad para el VO_2, sin embargo, hubo un efecto significativo de la inclinación ($p<0.0001$). Debido a que no se observó un efecto significativo de la edad, los datos fueron agrupados y se analizaron los

efectos principales para la inclinación. Como se muestra en la Figura 4, el VO_2 durante la serie con pendiente ascendente fue significativamente mayor a todas las otras inclinaciones. El VO_2 fue similar durante la caminata con inclinación cero y con inclinación de -20%, pero significativamente mayor que con todas las otras inclinaciones negativas.

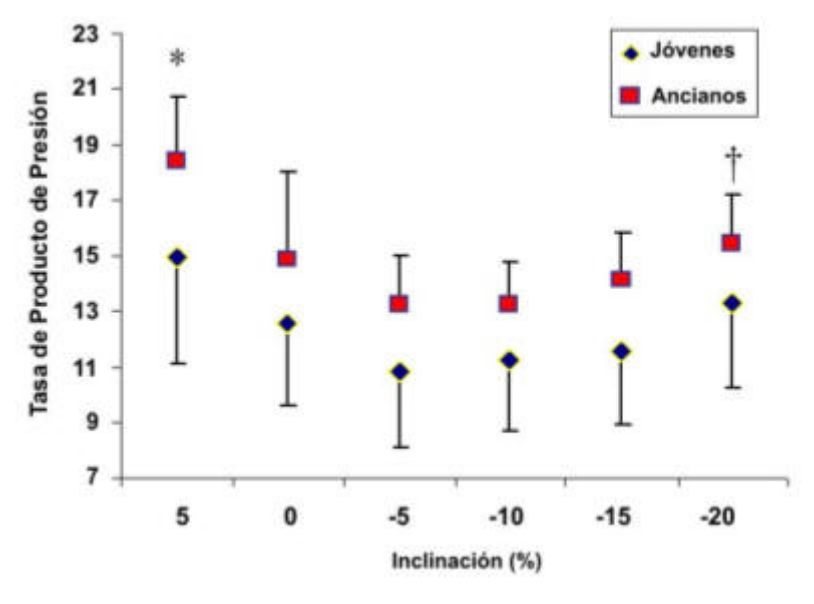


Figura 3. *Tasa de producto de presión durante la caminata en cinta a una velocidad de 80.4m/min. *=Significativamente mayor que todas las inclinaciones excepto -20%. †=Estadísticamente similar a todas las inclinaciones.*

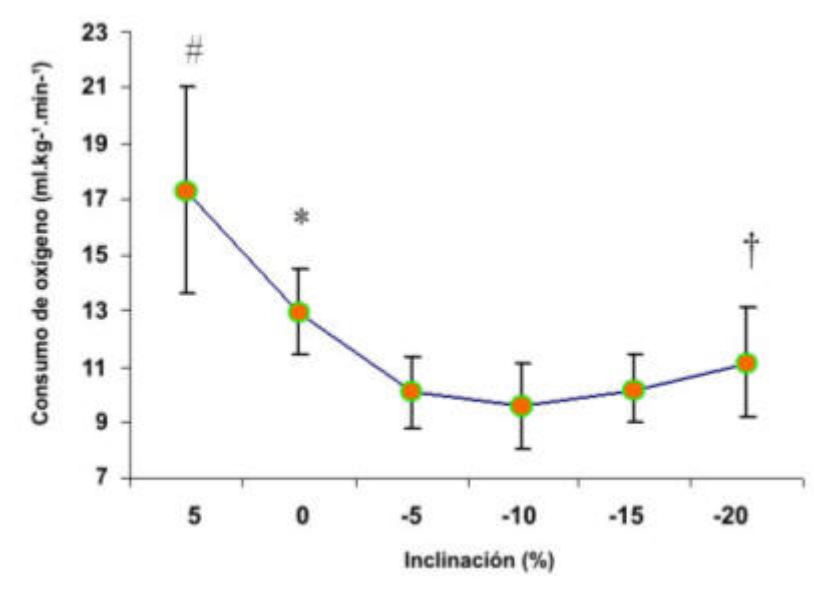


Figura 4. *Consumo de oxígeno durante la caminata en cinta con diferentes inclinaciones a una velocidad de 80.4m/min. #=Significativamente mayor que todas las inclinaciones *=Significativmente mayor que todas las inclinaciones excepto +5 y -20%.*

Ventilación Pulmonar

El único efecto significativo para la V_E fue la inclinación ($p<0.0001$). Debido a que no se observó un efecto significativo de la edad, los datos fueron agrupados y se analizaron los efectos principales para la inclinación. La V_E fue significativamente

mayor durante la caminata en pendiente ascendente que con todas las otras inclinaciones (Figura 5). La caminata con inclinación cero y con inclinación negativa provocaron valores de V_E estadísticamente similares.

Índice de Esfuerzo Percibido

Se observaron efectos principales significativos, tanto para la edad (p=0.04) como para la inclinación (p<0.0001). En comparación con los sujetos jóvenes los sujetos ancianos percibieron que la sesión de ejercicio fue más extenuante (10.07±0.71 vs. 9.33±0.62). Con referencia a la inclinación, el esfuerzo percibido fue significativamente menor con inclinaciones de 0% y de -5% que con inclinaciones de 5% y de -20% (Figura 6).

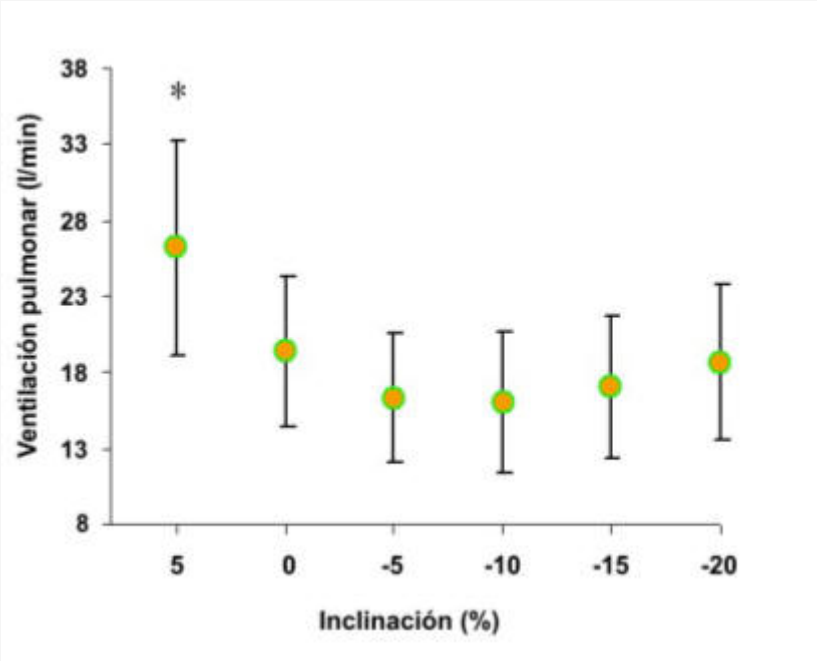


Figura 5. *Ventilación pulmonar durante la caminata en cinta a 80.4m/min. *=Significativamente mayor que con todas las otras inclinaciones*

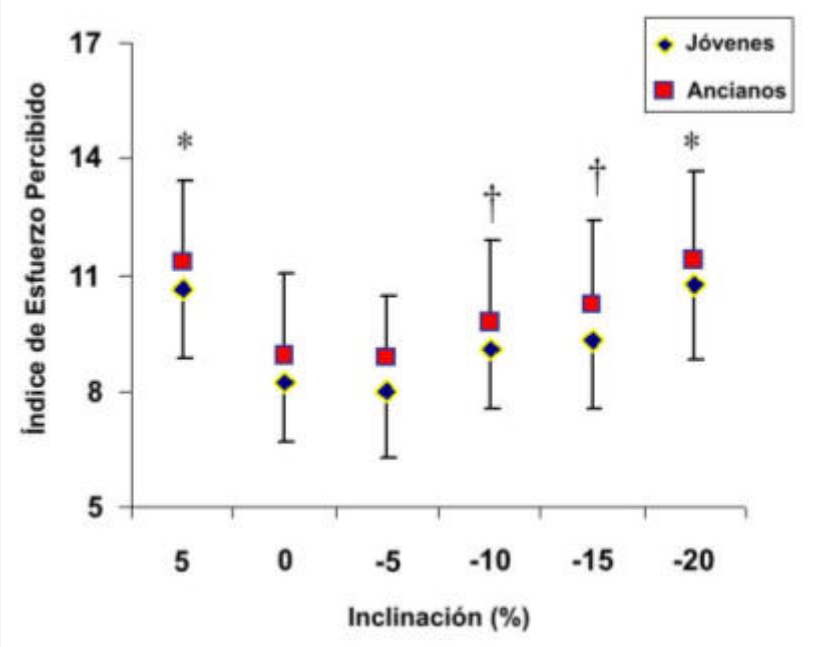


Figura 6. *Esfuerzo percibido durante la caminata en cinta con distintas inclinaciones a 80.4m/min. *=Significativamente mayor que 0 y -5%. †=Estadísticamente similar a todas las inclinaciones.*

DISCUSION

Los hallazgos originales de este estudio se centraron en las respuestas cardiovasculares y metabólicas de caminar en pendiente descendente, en sujetos ancianos en comparación con sujetos jóvenes. Los participantes ancianos tuvieron una mayor respuesta cardiovascular y una mayor percepción del esfuerzo, pero similares respuestas metabólicas y ventilatorias a las caminatas con inclinación positiva, inclinación cero y con inclinación negativa en comparación con los participantes jóvenes. En el presente estudio las respuestas de la HR y del RPP de los participantes durante las caminatas con pendiente descendentes son consistentes con lo que se había reportado previamente con actividades más convencionales (e.g., caminatas con inclinación cero o en pendiente ascendente, ciclismo). Por ejemplo, estudios longitudinales (17) y transversales en hombres (4, 5, 22) y mujeres (23) han reportado consistentemente mayores HR en los participantes ancianos en comparación con los participantes jóvenes. La RPP o doble producto, está directamente relacionada al VO_2 del miocardio (7, 11) y se incrementa en mayor grado en ancianos que en jóvenes durante varios modos de ejercicio submáximo (4, 13). Nuestros resultados también concuerdan con los resultados de otros investigadores que hallaron mayores valores de SBP durante ejercicios submáximos en sujetos ancianos versus sujetos jóvenes (5, 6, 17). Sin embargo luego de controlar las diferencias en los valores de reposo entre los grupos, se observó que la SBP cambiaba de manera similar con el ejercicio en ambos grupos.

La respuesta del VO_2 al trabajo positivo o al ejercicio submáximo con pendiente ascendente ha mostrado ser similar con el envejecimiento, tanto en estudios longitudinales (2, 17, 18), como en estudios transversales (10, 23). Los resultados del presente estudio proveen evidencia de que la similitud en la respuesta del VO_2 durante el ejercicio submáximo en cinta entre grupos etários incluye inclinaciones de hasta -20%. Además, no se observaron diferencias en la ventilación pulmonar de nuestros sujetos ancianos y jóvenes quienes caminaron con inclinaciones positivas, con inclinación cero y con inclinaciones negativas. Resultados similares se han hallado en sujetos que realizaron cicloergometrías submáximas (1, 14). Sin embargo, otros investigadores han hallado diferentes respuestas ventilatorias con la edad. Patrick et al. no hallaron diferencias en la V_E submáxima en una comparación transversal de hombres de diferentes edades que realizaron un test progresivo en cicloergómetro, sin embargo, los hombres del grupo de ancianos fueron evaluados anualmente durante siete años y en la evaluación final tuvieron una mayor VE en comparación con los valores iniciales del grupo de sujetos jóvenes (14). Las diferencias en la V_E con la edad han sido observadas en otros estudios longitudinales de hombres que realizaron ejercicio submáximo en cinta (17, 18), así como también en estudios transversales que implicaron la realización de ejercicios en cinta (5, 10) y en cicloergómetro (9). Estas diferencias podrían ser atribuidas a que los sujetos ancianos realizaron el trabajo a mayores porcentajes del VO_2 máx. que los sujetos jóvenes, o que cuando eran más jóvenes. Aun cuando es probable que los sujetos ancianos del presente estudio se ejercitaran a un mayor porcentaje de su VO_2 máx. en comparación con los sujetos jóvenes, la falta de diferencias en la V_E con respecto a la edad podría deberse a la naturaleza de la caminata en pendiente descendente, la cual parece reducir las respuestas metabólicas y pulmonares.

A diferencia del cambio desde la inclinación cero al trabajo con pendiente ascendente donde un incremento en la inclinación resulta en un incremento lineal de las mediciones cardiovasculares y metabólicas, estas variables exhiben una respuesta curvilínea durante la caminata en pendiente descendente. La forma curvilínea de la respuesta puede ser explicada por el efecto de la gravedad asociado con este modo de ejercicio. La fuerza gravitacional ayuda progresivamente con el trabajo de realizar la actividad a medida que la pendiente se vuelve más pronunciada, y por lo tanto reduce el trabajo fisiológico requerido por el cuerpo. El trabajo fisiológico continua reduciéndose a medida que la inclinación negativa se vuelve mayor hasta el punto en el cual se requiere que el cuerpo genere fuerzas de frenado debido a la empinación de la pendiente. Luego de esto los incrementos adicionales en la inclinación producirán un incremento en el trabajo fisiológico, que refleja los mayores requerimientos en las fuerzas de frenado.

En estos días se están fabricando cintas con la capacidad de producir pendientes negativas. Por lo tanto es importante caracterizar las respuestas fisiológicas del trabajo con inclinación negativa con el propósito de entender las consecuencias del ejercicio predominantemente excéntrico. En base a las observaciones realizadas en el presente estudio, la caminata en pendiente descendente con inclinaciones ligeramente negativas puede ser beneficiosa con respecto a las respuestas cardiovasculares y metabólicas dentro de ciertos contextos. Por ejemplo, la caminata en pendiente descendente es una actividad que tiene la capacidad de mejorar el movimiento físico sin provocar un excesivo estrés metabólico y cardiovascular. En otras palabras, un individuo puede caminar a una mayor velocidad sobre una pendiente negativa en comparación a caminar con inclinación cero o con pendiente positiva, y aun así tener menores respuestas cardiovasculares

y metabólicas. Esto podría ser importante para personas que están comenzando con un programa de ejercicios o de rehabilitación, con limitaciones en el nivel de estrés que pueden tolerar. Debido a que puede ser incomodo caminar a una muy baja velocidad, las caminatas sobre pendientes descendentes pueden emplearse a ritmos que pueden resultar más confortables sin incrementar el estrés cardiovascular y metabólico. Debería señalarse que ciertos estudios han empleado el ejercicio con inclinaciones negativas en el intento de inducir inflamación o daño muscular (19, 20), y existe la posibilidad de que se produzcan estos efectos secundarios en individuos previamente desentrenados que incorporen caminatas en pendiente descendente a su programa de ejercicios. Sin embargo, las investigaciones con series de ejercicios excéntricos repetidos han determinado que el efecto protector de una serie única de ejercicio excéntrico persiste hasta por seis meses (12).

En conclusión, las respuestas metabólicas de hombres y mujeres ancianos saludables son similares a las observadas en individuos jóvenes durante caminatas en pendiente descendente. Las diferencias de edad en algunas de las respuestas cardiovasculares se deben, en parte, a los mayores valores de reposo observados en los individuos ancianos. Además, la caminata con inclinación negativa reduce las respuestas cardiovasculares y metabólicas de manera curvilínea, siendo observados los valores más bajos entre -5% y -10%. Con respecto al estrés cardiovascular y metabólico, estos hallazgos indican que la incorporación de caminatas en pendiente descendente a un programa de ejercicios podría constituir una forma alternativa de ejercicios segura para hombres y mujeres ancianos y jóvenes.

Dirección para el envío de correspondencia

James W. Navalta; Department of Health, Kinesiology, and Recreation; Southern Arkansas University, Box 9166, Magnolia, AR 71753-9166; correo electrónico: jwnavalta@saumag.edu

REFERENCIAS

1. Aminoff T, Smolander J, Korhonen O, Louhevaara V (1997). Cardiorespiratory and subjective responses to prolonged arm and leg exercise in healthy young and older men. *Eur J Appl Physiol;75:363-8*
2. Asmussen E, Fruensgaard K, Norgaard S (1975). A follow-up longitudinal study of selected physiologic functions in former physical education students - after forty years. *J Am Geriatr Soc;23:442-450*
3. Borg G (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med;2:92-8*
4. Boutcher S, Stocker D (1999). Cardiovascular responses to light isometric and aerobic exercise in 21- and 59-year-old males. *Eur J Appl Physiol;80:220-6*
5. Durnin J, Mikulicic V (1956). The influence of graded exercise on the oxygen consumption, pulmonary ventilation and heart rate of young and elderly men. *Q J Exp Physiol;41:442-452*
6. Hanson J, Tabakin B, Levy A (1968). Comparative exercise-cardiorespiratory performance of normal men in the third, fourth, and fifth decades of life. *Circulation;37:345-360*
7. Kitamura K, Jorgenson C, Gobel F, Taylor H, Wang Y (1972). Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise. *J Appl Physiol;32:516-522*
8. Kohl H, Blair S, Paffenbarger R, Macera C, Kronenfeld J (1988). A mail survey of physical activity habits as related to measured physical fitness. *Am J Epidemiol;127:1228-1239*
9. McConnell A, Davies C (1992). A comparison of the ventilatory responses to exercise of elderly and younger humans. *J Gerontol;47:B137-41*
10. Montoye H (1982). Age and oxygen utilization during submaximal treadmill exercise in males. *J Gerontol;37:396-402*
11. Nelson N, Gobel F, Jorgenson C, Wang K, Wang Y, Taylor H (1974). Hemodynamic predictors of myocardial oxygen consumption during static and dynamic exercise. *Circulation;50:1073-1083*
12. Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P (2001). How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last?. *Med Sci Sports Exerc;33:1490-1495*
13. Overend T, Versteegh T, Thompson E, Birmingham T, Vandervoort A (2000). Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci; 55:B177-B182*
14. Patrick J, Bassey E, Fentem P (1983). The rising ventilatory cost of bicycle exercise in the seventh decade: a longitudinal study of nine healthy men. *Clin Sci (Lond);65:521-6*
15. Pivarnik J, Sherman N (1990). Responses of aerobically fit men and women to uphill/downhill walking and slow jogging. *Med Sci Sports Exerc;22:127-130*
16. Robergs R, Wagner D, Skemp K (1997). Oxygen consumption and energy expenditure of level versus downhill running. *J Sports Med Phys Fitness;37:168-174*
17. Robinson S, Dill D, Tzankoff S, Wagner J, Robinson R (1975). Longitudinal studies of aging in 37 men. *J Appl Physiol;38:263-7*
18. Robinson S, Dill D, Robinson R, Tzankoff S, Wagner J (1976). Physiological aging of champion runners. *J Appl Physiol;41:46-51*
19. Sargeant A, Dolan P (1987). Human muscle function following prolonged eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol;56:704-711*
20. Schwane J, Williams J, Sloan J (1987). Effects of training on delayed muscle soreness and serum creatine kinase activity after running. *Med Sci Sports Exerc;19:584-590*

21. Wanta D, Nagle F, Webb P (1993). Metabolic response to graded downhill walking. *Med Sci Sports Exerc; 25:159-162*
22. Wolthuis R, Froelicher V, Fischer J, Triebwasser J (1977). The response of healthy men to treadmill exercise. *Circulation; 55:153-7*
23. Zauner C, Notelovitz M, Fields C, Clair K, Chair W, Vogel R (1984). Cardiorespiratory efficiency at submaximal work in young and middle-aged women. *Am J Obstet Gynecol;150:712-5*

Cita Original

James W Navalta, Darlene A Sedlock, Kyung-Shin Park Physiological Responses to Downhill Walking in Older and Younger Individuals. JEPonline; 7 (6): 45-51, 2004.