

Monograph

# Lesión Muscular Inducida por el Ejercicio e Influencia de la Terapia con AINE sobre la Cinemática de la Caminata en Descenso en Ancianos

Gary A Dudley<sup>6</sup>, Angela Baldwin Lanier<sup>1</sup>, Kathy Simpson<sup>2</sup>, Chris Gregory<sup>3</sup>, Scott Walter Stevenson<sup>4</sup> y Henry Wang<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Kinesiology, Berry College, Mount Berry GA, Estados Unidos.

<sup>2</sup>Department of Kinesiology, The University of Georgia, Athens GA, Estados Unidos.

<sup>3</sup>Department of Physical Therapy, University of Florida, Gainesville FL, Estados Unidos.

<sup>4</sup>Tucson Fitness and Wellness Center, Tucson AZ, Estados Unidos.

<sup>5</sup>School of Physical Education, Sport, and Exercise Science, Muncie IN, Estados Unidos.

<sup>6</sup>Deceased.

## RESUMEN

La terapia con drogas antiinflamatorias no esteroideas (AINE) sería beneficiosa para reducir la respuesta inflamatoria frente al ejercicio, en los individuos de edad avanzada. El propósito de este estudio fue determinar si la terapia con AINE es eficaz para aliviar la disfunción muscular inducida por el ejercicio medida a través de la cinemática del modo de caminar. En un estudio transversal en doble-ciego, 15 adultos mayores (60±8 años) realizaron 8 series de 8 ejercicios excéntricos unilaterales de extensión de rodilla (ECC) con el 75% de la carga máxima, que podía ser reducida una vez, y luego consumieron naproxeno de sodio o placebo durante 10 días. Se obtuvieron datos de video del modo de caminar de los participantes durante una caminata en descenso. Los participantes presentaron las siguientes alteraciones en el modo de caminar: una menor longitud de paso ( $p = 0,04$ ), menor tiempo de apoyo ( $p = 0,00$ ) y una localización más retrasada relativa a la posición del centro de masa ( $p = 0,02$ ). No se observaron cambios significativos ( $p < 0,05$ ) en el modo de caminar en el tratamiento donde se administró AINE. Las alteraciones en el modo de caminar se correlacionaron moderadamente con los índices de lesión muscular ( $p < 0,05$ ). Estos resultados sugieren que los AINE podrían tener un efecto protector contra las alteraciones en el modo de caminar en bajada luego de ejercicio ECC nuevos en individuos de edad avanzada.

**Palabras Clave:** dolor muscular de aparición tardía, modo de caminar, excéntrico, disfunción, daño muscular

## INTRODUCCION

Cada vez más, se alienta a los adultos mayores para que se vuelvan o se mantengan físicamente activos a través de los programas de ejercicio formales.

Además, frecuentemente se prescriben ejercicios de sobrecarga para restaurar los niveles fuerza y la movilidad luego de inactividad obligada (1, 2).

Paradójicamente, estos ejercicios nuevos pueden provocar lesión, inflamación, debilidad y dolor muscular (3, 4) en los adultos de edad avanzada, que podrían ser más susceptibles a las lesiones inducidas por las contracciones que los adultos más jóvenes (5).

En los adultos de edad avanzada, podría ser especialmente deseable, prevenir estas respuestas inducidas por el ejercicio, que podrían alterar la biomecánica del modo de caminar durante una caminata y perjudicar temporalmente el rendimiento en las actividades diarias (6).

La cinemática de la caminata en descenso puede ser afectada, sobre todo, por el dolor en el músculo extensor de la rodilla, ya que durante la caminata en descenso se produce un torque excéntrico del extensor de la rodilla mayor, que durante la caminata en terreno plano (7). Comparando la caminata en descenso con la caminata en terreno llano, se ha sugerido que la mayor duración de la actividad excéntrica del músculo extensor de la rodilla, ayuda a bajar el cuerpo de manera controlada y a estabilizar la articulación de la rodilla (7, 8). Nosotros planteamos la hipótesis que sostiene que si el nuevo ejercicio excéntrico induce respuestas relacionadas al músculo en los extensores de la rodilla (por ejemplo, lesión muscular), entonces, también verá afectada la cinemática de la caminata en descenso.

Además, no se ha establecido, si el consumo de AINE por parte de los adultos de edad avanzada puede disminuir o prevenir alguna de las potenciales alteraciones en el modo de caminar, que estarían asociadas con las respuestas de lesión muscular al nuevo ejercicio excéntrico. El efecto de los AINE para prevenir las alteraciones neuromusculares ha sido muy discutido. Si bien algunos estudios sugieren que los AINE pueden ser beneficiosos para reducir el dolor y/o la disfunción muscular luego del ejercicio excéntrico (9-15), otros estudios no apoyan esos resultados (16-19). Los objetivos de este estudio realizado con adultos de edad avanzada saludables, fueron determinar: 1) si la realización de una sola serie de un nuevo ejercicio excéntrico que induce respuestas en el músculo (es decir, pérdida de fuerza, inflamación y dolor muscular) también altera la cinemática del modo de caminar; 2) si las alteraciones en el modo de caminar están asociadas con las respuestas relacionadas al músculo; y 3) si la terapia con AINE atenúa estas alteraciones en el modo de caminar durante la caminata en descenso.

## METODOS

---

### Diseño de la Investigación

En este estudio se utilizó un diseño transversal en doble ciego (cada tratamiento con un miembro inferior distinto) (4, 9). Se realizó el ejercicio unilateral para un miembro para evitar el efecto protector del ejercicio excéntrico (20, 21). El efecto protector, o efecto a la serie repetida, es una adaptación al ejercicio excéntrico que aumenta la resistencia a la lesión muscular y reduce la severidad del dolor y la alteración neuromuscular.

después de concurrir a cuatro sesiones de familiarización, para practicar la realización de los ejercicios concéntricos unilaterales de esfuerzo máximo utilizando cada cuádriceps femoral se obtuvieron los siguientes datos pre-ejercicio: 1) una repetición máxima concéntrica (1RM), 2) fuerza isométrica máxima y 3) imágenes de resonancia magnética de ambos muslos en reposo (4, 9, 21, 22).

Además, los participantes fueron filmados mientras realizaban una caminata en descenso en una rampa con 16% de pendiente. Una semana después de que se obtuvieran los datos pre-ejercicio, se realizó el nuevo ejercicio excéntrico para el cuádriceps femoral derecho o izquierdo (Día 1). Inmediatamente luego del ejercicio, se administró, o la droga o un placebo durante 10 días. Las imágenes de resonancia magnética de cada cuádriceps femoral, el video de la caminata en descenso y los datos de fuerza isométrica y concéntrica, fueron recogidos nuevamente en el tercer y décimo día de la recuperación (Día 3 y Día 10 respectivamente). En estos días se registró el dolor de los cuádriceps utilizando una escala analógica visual. Luego de un descanso de tres semanas, se repitió el protocolo con la pierna contraria y posteriormente se administró, o la droga o el placebo en forma cruzada.

### Sujetos

En el estudio participaron quince sujetos saludables, sin entrenamiento de fuerza y sin antecedentes de problemas/lesiones neuromusculares; diez varones (n=10) y cinco mujeres post-menopáusicas (n=5) (Media±DS; 60±8 años, 176±8 cm, 80±16 kg).

Muchas personas con edades superiores a esta (>70 años) tienen antecedentes de consumo crónico de AINE, lo que podría aumentar el riesgo de los participantes de sufrir problemas gastrointestinales durante la participación de este estudio. Por lo tanto, supusimos que los sujetos adecuados para nuestra investigación serían mayores activos recreacionalmente y no aquellos de edad muy avanzada.

Los procedimientos, riesgos y beneficios fueron explicados y los sujetos dieron un consentimiento informado por escrito, luego de la aprobación por el Comité de Revisión Institucional de la Universidad.

Ningún sujeto reportó haber consumido AINE durante el mes previo al estudio. Las únicas drogas que los participantes tenían permitido ingerir eran el AINE prescrito o el placebo. Además, se solicitó a los participantes que se abstuvieran de realizar cualquier forma de entrenamiento de fuerza durante el tiempo que durara el estudio.

## **Procedimientos**

### **Análisis del Modo de Caminar**

Quince participantes saludables sin entrenamiento de fuerza, diez varones (n=10) y cinco mujeres posmenopáusicas (n=5) fueron filmados (120 Hz) desde el plano sagital del miembro en estudio mientras caminaban en descenso por una pendiente de 16%, a un ritmo elegido por ellos mismos en 5 pruebas. Dos fotocélulas separadas por 4 m se utilizaron para determinar la velocidad media de caminata. Las ubicaciones espaciales del cuerpo fueron capturadas con catorce marcadores colocados sobre puntos anatómicos; dos marcadores fueron colocados en la rampa con pendiente de 16% (7).

Para asegurar la colocación consistente de los marcadores en los días de evaluación subsiguientes, los puntos anatómicos fueron marcados con tinta indeleble. Los participantes utilizaron el mismo calzado durante todos los días de recolección de datos.

Para cada participante, se digitalizaron las ubicaciones de los marcadores reflejados (*Peak Motus Motion Measurement System™*, vl.1) para 1 paso iniciado por la pierna en estudio. Los datos cinemáticos fueron filtrados mediante un filtro *Butterworth* de cuarto orden (frecuencia de corte = 5 Hz). Se calcularon las variables cinemáticas (n = 6) de la pierna en estudio. Las variables temporales (por ejemplo, el tiempo total de apoyo), fueron expresadas en relación con el tiempo de zancada total. A partir del momento de contacto de la pierna en estudio, se calculó; la inclinación del tronco (relativa al eje horizontal), distancia horizontal entre la línea de gravedad y el talón de la pierna involucrada (relativa a la longitud horizontal de la base de apoyo) y la longitud del paso (% de la longitud de la pierna).

Durante la fase de posición simple, se calculó la velocidad vertical máxima del centro de masa corporal. En los 15 participantes y en las seis variables, se tuvo en cuenta la media de las 5 pruebas para el análisis.

### **Prueba de Fuerza y Ejercicio Excéntrico**

El test de 1 RM concéntrica y el ejercicio excéntrico para el cuádriceps femoral unilateral fueron realizados en una máquina de extensión isotónica de rodilla (*Badger-Magnum; Milwaukee, WI*) (4, 9, 21-23). Los participantes realizaron una familiarización de 4 semanas para establecer la mejor 1 RM voluntaria. Durante cada sesión de familiarización se realizaron dos esfuerzos para evitar un efecto de entrenamiento. Para determinar la fuerza isométrica voluntaria máxima, las contracciones se realizaron en un ángulo de 45° de la rodilla en un dinamómetro de extensión de rodilla *Kin-Com™* (*Chattanooga Group, Inc., Chattanooga, TN*).

Durante la sesión de ejercicio excéntrico (Día 1), el objetivo del participante fue realizar 8 series de 7-10 repeticiones excéntricas (90 s de descanso entre las series) (4, 9, 21-23). La carga (75% de 1RM excéntrica) podía reducirse si era necesario para que el participante pudiera completar la tarea. La carga excéntrica fue estimada a partir de 1RM concéntrica por dos razones: 1) La 1RM excéntrica es aproximadamente 1,4 veces la 1RM concéntrica (24); y 2) la familiarización y la evaluación de la fuerza solo con ejercicios concéntricos no provocaban un efecto “de protección” antes de la serie excéntrica (21).

### **Farmacología**

Los participantes consumieron una cápsula de naproxeno de sodio (220 mg) o una cápsula placebo de sacarosa tres veces por día (cada 8 horas) durante 10 días, comenzando inmediatamente después de la serie excéntrica. Las cápsulas pre-ensadas fueron asignadas en doble ciego para los investigadores y participantes. Todos los recipientes de las cápsulas fueron devueltos vacíos después del estudio, lo que sugiere un cumplimiento del 100%.

### **Análisis de las Imágenes obtenidas por Resonancia Magnética**

La lesión muscular fue evaluada mediante estudios de resonancia magnética (RMI) (4, 9, 21-23). Se obtuvieron imágenes transaxiales (TR/TE 2000/30 60, 256 por matriz 256, 40 cm FOV, 1 NEX) de 1 cm de espesor con un espacio de 0,5 cm entre los cortes, desde la articulación de la rodilla a la cabeza del fémur. Las imágenes de resonancia magnética fueron analizadas para determinar el área transversal del músculo y la lesión muscular (T2) utilizando el *software* de Imágenes del Instituto Nacional de Salud. Los cambios en los tiempos de relajación transversales (espin-espin) indicados mediante los valores  $T_2$ , han sido utilizados como método objetivo para cuantificar el daño muscular (4, 9, 21, 23).

Para cada participante, se promediaron los datos obtenidos en las 12 imágenes contiguas inmediatamente por debajo del glúteo máximo. La confiabilidad (cuadrado del coeficiente de correlación intraclase [ $r_2$ ]) de la medición de CSA en días diferentes fue 0,98.

### **Índices de Dolor**

Los sujetos clasificaron el dolor en cada cuádriceps femoral en una escala analógica visual mientras permanecían sentados (caderas y rodillas formando un ángulo de aproximadamente 90°) y sin apoyo para el tren superior del cuerpo (9, 25). La escala analógica visual de 100 mm tenía como extremos a las clasificaciones de "ningún dolor" y "sumamente doloroso" (26-28).

### **Análisis Estadísticos**

Las variables fueron analizadas con un análisis de varianza para mediciones repetidas de dos vías (ANOVA) (droga/placebo prueba x tiempo). En los casos en que no se cumpliera el supuesto de esfericidad, se aplicó el ajuste de Huynh-Feldt para que el índice F no presentara un sesgo positivo (30).

Las diferencias específicas fueron analizadas mediante el test de medias de cuadrados mínimos.

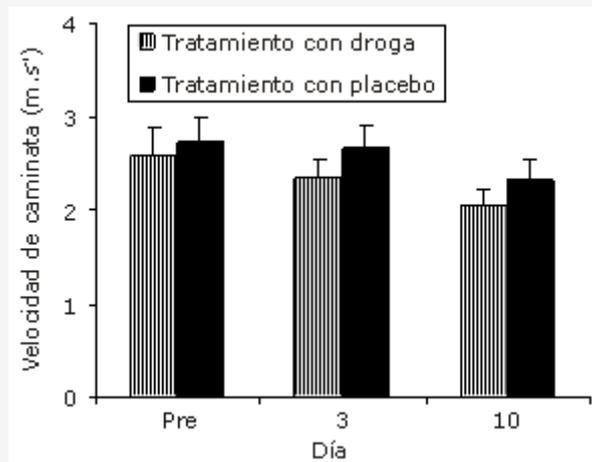
Para determinar la relación entre las alteraciones en el modo de caminar y la respuesta neuromuscular al ejercicio excéntrico, se calcularon las correlaciones con el test producto-momento de Pearson, utilizando las diferentes puntuaciones. Para una variable dada, se calculó en los tratamientos placebo y droga, el valor de la diferencia media en los días 3 o 10, restando la media obtenida con el tratamiento a la media obtenida pre-ejercicio. El nivel de significancia estadística fue fijado en  $p < 0,05$ . Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación estándar ( $M \pm DS$ ).

## **RESULTADOS**

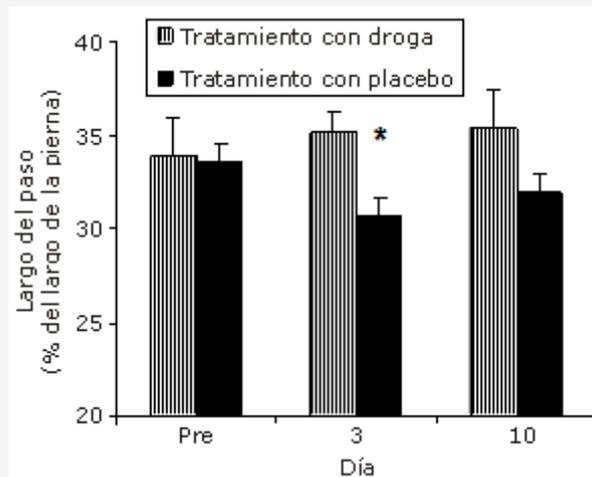
---

Como podemos observar en la Figura 1, en la velocidad promedio de caminata no se observaron efectos principales para tratamiento y tiempo ( $p > 0,05$ ). Por lo tanto, concluimos que era improbable que la velocidad de caminata afectara las variables del modo de caminar observadas. Para la longitud del paso, los resultados del ANOVA para la pierna en estudio, mostraron una interacción tratamiento x tiempo ( $p = 0,05$ ). El tratamiento con placebo provocó una disminución significativa de 9% para la longitud del paso ( $p = 0,00$ ) en el día 3 en comparación con el valor pre-ejercicio, mientras que el tratamiento con la droga provocó un aumento no significativo ( $p = 0,23$ ; Figura 2). Cuando se compararon los valores obtenidos el día 10 de la recuperación con los obtenidos pre-ejercicio, en el tratamiento con placebo, la longitud del paso de la pierna en estudio, fue todavía 5% menor ( $p = 0,00$ ).

No se observaron efectos principales significativos ( $p = 0,75$ ) en la longitud del paso de la pierna que no se estaba estudiando. La velocidad vertical máxima del centro de masa corporal y la inclinación del tronco durante el contacto en la pierna en estudio, no presentaron efectos principales diferentes significativos ( $p \geq 0,35$ ).

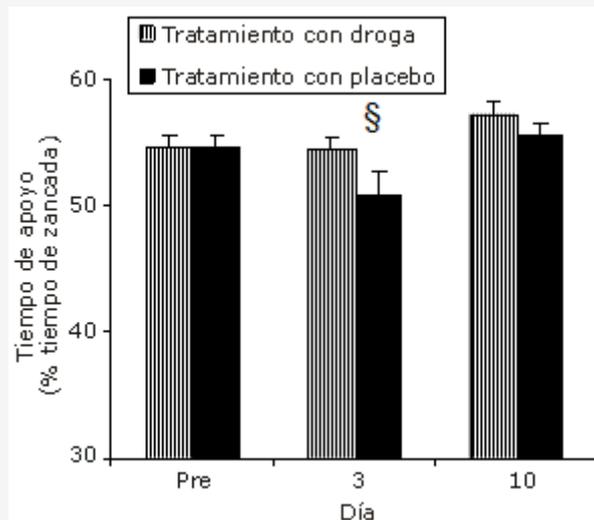


**Figura 1.** Valores de velocidad de caminata ( $m.s^{-1}$ ) en descenso por una rampa con pendiente de 16 %, obtenidos pre-ejercicio y a los 3 y 10 días luego de los ejercicios excéntricos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la velocidad de caminata entre los dos tratamientos ( $p > 0,05$  para todos los casos). Media $\pm$ DS;  $n = 15$ .



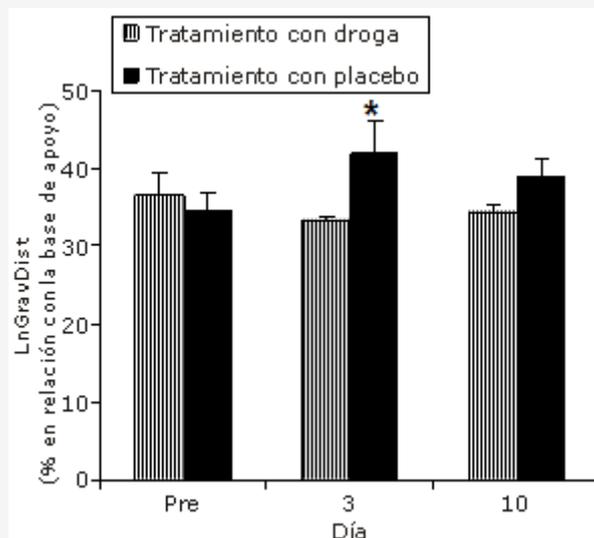
**Figura 2.** Largo del paso expresado como porcentaje del largo de la pierna en estudio durante la caminata en descenso por una rampa con 16% de pendiente. Valores obtenidos pre-ejercicio y a los 3 y 10 días posteriores al ejercicio excéntrico. \* Interacción tratamiento x tiempo causada por una disminución en el tratamiento con placebo ( $p=0,00$ ). Media $\pm$ DS;  $n=15$ .

El tiempo de apoyo total relativo en el que los participantes se apoyaron en la pierna en estudio también presentó una interacción tratamiento x tiempo ( $p=0,00$ ) debido a que la pierna con el tratamiento con placebo presentó un tiempo de apoyo 9% menor ( $p=0,04$ ) que la pierna con el tratamiento droga en el día 3 después del ejercicio (Figura 3). El tiempo de apoyo para el tratamiento con placebo retornó a los valores pre-ejercicio el día 10 de la recuperación ( $p=0,15$ ). El tratamiento donde se administró la droga no presentó diferencias significativas en el tiempo de apoyo total relativo en ningún día ( $p > 0,05$ ).



**Figura 3.** Valores correspondientes al tiempo de apoyo relativo sobre la pierna en estudio obtenidos pre-ejercicio y a los 3 y 10 días posteriores al ejercicio excéntrico en los dos tratamientos. § Interacción tratamiento x tiempo ( $p=0,00$ ) debida al 7% de disminución observada en el tratamiento con placebo ( $p=0,04$ ) en relación con el valor pre-ejercicio. Media $\pm$ DS;  $n=15$ .

Tal como se observó por la interacción tratamiento x tiempo ( $p = 0,02$ ), la distancia relativa entre la línea de gravedad y el talón del miembro en estudio en el momento de apoyo, aumentó 20% aproximadamente en el tratamiento con placebo en comparación con el valor obtenido pre-ejercicio en el Día 3. La distancia relativa entre la línea de gravedad y el talón del miembro involucrado, en el momento de apoyo, no presentó ninguna diferencia estadística a lo largo de los días en los tratamientos con droga ( $p = 0,20$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Distancia horizontal entre la línea de gravedad y el talón de la pierna involucrada en el momento de apoyo (relativa a la distancia horizontal de la base de apoyo) (LnGravDist). \* Interacción tratamiento x tiempo debida a un incremento observado en el tratamiento con placebo ( $p=0,00$ ). Media $\pm$ DS;  $n=15$ .

Se observaron correlaciones moderadas ( $r \geq 0,50$ ) entre los cambios en las respuestas neuromusculares clásicas (9) y cambios en las respuestas en el modo de andar entre los valores pre-ejercicio y los obtenidos con el tratamiento con placebo, que fueron estadísticamente significativos. La disminución en la fuerza concéntrica de 1RM y el dolor muscular presentaron una relación inversa con la longitud del paso de la pierna involucrada ( $r \geq -0,60$ ;  $p \leq 0,02$ ) en el Día 3. En éste mismo día, se observó una asociación entre las mayores disminuciones en la fuerza isométrica máxima ( $-24 \pm 4\%$ ;  $p =$

0,02) y la lesión muscular, con el menor tiempo relativo transcurrido sobre la pierna involucrada ( $r \leq -0,59$ ;  $p \leq 0,03$ ).

Respuestas Neuromusculares	Variables asociadas al modo de andar		
	<i>LnGravDist</i> (% en relación con la base de apoyo)	<i>Largo del Paso</i> (pierna involucrada)	<i>Tiempo de Apoyo Relativo</i> (pierna involucrada)
<i>1RM</i>	-0,22	0,52*	0,46
<i>Fuerza Isométrica Máxima</i>	-0,23	0,38	0,57*
<i>Area Transversal del músculo del muslo</i>	0,34	-0,28	-0,28
<i>MRI T<sub>2</sub></i> (Músculo Lesionado)	0,38	-0,34	-0,59*
<i>% CSA con elevado T<sub>2</sub></i>	0,32	-0,32	-0,48
<i>Escala de dolor/sensibilidad durante el movimiento</i>	0,37	-0,60*	-0,39

**Tabla 1.** Correlaciones entre los valores de las variables cinemáticas y neuromusculares seleccionadas (\* $p < 0,05$ ).

## DISCUSION

Los objetivos de este estudio fueron determinar, para adultos de edad avanzada saludables, si a) una sola serie de un ejercicio excéntrico nuevo provocaba alteraciones cinemáticas en el modo de caminar; b) existe alguna relación entre los cambios en las respuestas asociadas al músculo y los cambios en las respuestas del modo de andar, luego de la realización de un ejercicio excéntrico nuevo y c) el tratamiento con AINE atenúa las alteraciones en el modo de andar. En síntesis, a partir de éstos datos se sugiere que un ejercicio excéntrico nuevo afecta la cinemática de la caminata en descenso. Además, estas alteraciones en el modo de caminar, probablemente reflejan adaptaciones para compensar las funciones biomecánicas de los músculos afectados por las respuestas neuromusculares al ejercicio excéntrico.

Los extensores de la rodilla son necesarios para producir fuerza excéntrica para controlar la flexión de la rodilla y estabilizar la articulación de la misma, cuando el cuerpo baja hacia una silla o durante una caminata en descenso (8, 30, 31). Por lo tanto, sería probable que las alteraciones inducidas en el músculo cuádriceps femoral, luego del ejercicio excéntrico, se exacerbaban durante la caminata en descenso, pero los AINE limitarían las potenciales alteraciones en el modo de caminar. Dado que las acciones excéntricas de los músculos extensores de la rodilla controlan el impulso corporal hacia adelante y hacia abajo durante fase de apoyo simple de la caminata (32), nosotros esperábamos que después de realizar la serie excéntrica, disminuyeran la longitud del paso y el tiempo de apoyo del miembro involucrado en el tratamiento con placebo, mientras que los valores de la pierna bajo tratamiento con AINE se verían menos afectados.

De hecho, se observó que en el tratamiento con placebo, luego de la realización del nuevo ejercicio excéntrico, en la pierna involucrada, disminuyeron la longitud del paso y el tiempo de apoyo relativo, y aumentó la distancia relativa entre la línea de gravedad y el talón de la pierna involucrada. En relación con los valores pre-ejercicio, las alteraciones en el modo de caminar fueron más notables en el Día 3 luego del ejercicio excéntrico (Figura 1-4), al igual que las respuestas musculares clásicas. Estos resultados sugieren que los participantes intentaban reducir las demandas de los extensores de la rodilla en la pierna involucrada durante la caminata en descenso en el tratamiento con placebo, especialmente en el Día 3, en contraste con la prueba pre-ejercicio. La menor longitud de paso de la pierna involucrada sirvió para minimizar la distancia vertical que el cuerpo descendió durante la fase de balanceo de la pierna en estudio.

Además, la mayor distancia relativa entre la línea de gravedad y el talón de la pierna involucrada en el momento de contacto, junto con menores longitudes relativas del paso y tiempo de apoyo total relativo, podrían indicar que los participantes mantenían relativamente más peso en la pierna no involucrada durante la fase inicial de traslado de peso. En ese caso, el miembro no involucrado en la prueba con placebo versus la prueba pre-ejercicio, aportaría mayores proporciones de fuerzas excéntricas para reducir el impulso de descenso del cuerpo, durante la fase inicial de traslado de peso de la pierna involucrada. Esto podría explicar, en parte, por qué no se observaron diferencias significativas en los valores de la velocidad vertical descendente máxima obtenidos con el placebo y los obtenidos pre-ejercicio.

Por último, dado que los valores de inclinación del tronco no variaron significativamente entre las condiciones pre-ejercicio

y de tratamiento con placebo, es poco probable que los cambios de masa del tronco expliquen el cambio posterior en la línea de gravedad corporal. Sin embargo, debido a la menor fuerza del extensor de la rodilla, este cambio posterior probablemente ayudó a los participantes a mantener el equilibrio mientras caminaban hacia abajo. La asociación entre el dolor muscular y el largo del paso también sugiere que el dolor percibido cuando los extensores de la rodilla actúan excéntricamente durante el ciclo de caminata, también podría influir en la cinemática de la caminata. Probablemente, los participantes realizaron pasos más cortos para reducir la activación del extensor de la pierna y el dolor asociado con la caminata en descenso.

Aunque las asociaciones no presumen causalidad, las asociaciones entre las respuestas neuromusculares al ejercicio excéntrico (por ejemplo, disminución de fuerza, y lesión muscular) y el tiempo de apoyo relativo y la longitud del paso, sustentan las explicaciones planteadas para las alteraciones observadas en el modo de caminar. La fuerza del cuádriceps es importante en la habilidad de prevenir una caída después de una perturbación en el modo de caminar, y en la recuperación a partir de un resbalón (33, 34). Para prevenir la pérdida funcional y los cambios en el modo de caminar asociados con la edad, frecuentemente se alienta a los adultos de edad avanzada para que incrementen la realización de actividad física. Sin embargo, la nueva sesión inicial de ejercicio luego de un período de desuso, podría provocar lesiones musculares, pérdida de fuerza y dolor (5, 23, 35) y por lo tanto dañar el rendimiento en las actividades de la vida diaria (36), tales como caminar. Aunque nuestros participantes no eran lo suficientemente mayores como para presentar un elevado riesgo de sufrir caídas, las investigaciones indican que las caídas no son raras entre los adultos saludables de 60 años, aumentando frecuentemente el miedo a sufrir otras caídas (1, 37).

Otro hallazgo interesante de este estudio fue el efecto del naproxeno de sodio en las alteraciones del modo de caminar inducidas por el ejercicio. Se esperaba que la efectividad del tratamiento con AINE para atenuar la disfunción y lesión muscular redujera las alteraciones en el modo de caminar, si efectivamente estaban relacionadas. Notablemente, no se detectaron diferencias entre los valores obtenidos pre-ejercicio y los obtenidos con el tratamiento con AINE para ninguna variable del modo de caminar. Dado que mantener la fuerza dinámica y el equilibrio son factores importantes para prevenir las caídas (2), particularmente en bajada o al bajar los escalones, la eficacia potencial del naproxeno de sodio podría tener importancia especial, para los ancianos, quienes tienen riesgos de sufrir caídas y/o de presentar menor capacidad funcional asociada a la debilidad muscular.

Los estudios revisados previamente son inconsistentes, pero sugieren que ciertos AINE pueden ser beneficiosos para los individuos más jóvenes y de mayor edad, para atenuar a corto plazo las respuestas neuromusculares al ejercicio excéntrico (4, 9, 12-14). Sin embargo, Mishra et al. (38) informaron que si bien, la terapia de AINE atenuaba la disfunción y la respuesta inflamatoria a corto plazo en conejos, aumentaba la disfunción muscular a largo plazo, lo que sugeriría que la inflamación desempeñaría un papel integral en la adaptación del músculo al ejercicio. Dado que nosotros no evaluamos a los participantes más de 10 días, nuestros resultados sólo sugieren que si un AINE de venta libre se toma el día en que comienza el ejercicio y es continuado durante las fases iniciales de recuperación, pueden prevenirse cambios en el modo de caminar relacionados moderadamente a las respuestas neuromusculares características en los individuos de edad avanzada. Es necesario realizar investigaciones adicionales para determinar si los cambios en el modo de caminar que se producen luego de ejercicios excéntricos nuevos, afectan negativamente a los adultos de edad avanzada.

Adicionalmente, no se sabe si los AINE beneficiarían a las poblaciones de mayor edad y/o a los individuos con antecedentes de caídas. Otras potenciales limitaciones de este estudio incluyen (pero no se limitan), a la falta de seguimiento en las respuestas a largo plazo de los individuos al consumo de AINE, y a la incapacidad de establecer diferencias de género a causa de la poca cantidad de participantes de sexo femenino.

## **Conclusion**

En conclusión, se sugiere que un ejercicio excéntrico nuevo afecta el modo de caminar en descenso provocando pasos más cortos y menor tiempo de apoyo relativo sobre la pierna involucrada, y manteniendo la distancia absoluta entre la línea de gravedad y el pie de apoyo. Además, estos cambios en el modo de caminar de adultos de edad avanzada, pueden ser atenuados por la administración de AINE durante las fases iniciales de un programa de ejercicio nuevo.

## **Agradecimientos**

Agradecemos al Hospital St. Mary de Atenas, GA (Debbie Eliopulos) por el uso de MRI.

## **Dirección para Envío de Correspondencia**

Lanier AB, EdD. Berry College, Department of Kinesiology, 2277 Martha Berry Hwy, Box 5026, Mount Berry, GA 30149, TEL 706-238-7807, FAX 706-802-6735, correo electrónico: alanier@berry.edu.

## REFERENCIAS

1. Vellas B., Wayne S., Romero K., Baumgartner R., Garry P (1997). Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age Ageing*; 26: 189-93
2. Sudarsky L (1990). Geriatrics: Gait disorders in the elderly. *N Engl J Med*; 322: 1441-1446
3. Armstrong B., Warren G., Warren J (1991). Mechanisms of exercise-induced muscle fiber injury. *Sports Med*; 12:184-207
4. Dudley G. A., Czerkawski J., Meinrod A., Gillis G., Baldwin A., Scarpone M (1997). Efficacy of naproxen sodium for exercise-induced dysfunction, muscle injury and soreness. *Clin J Sport Med*; 23: 1-6
5. Faulkner J., Brooks S., Zerba E (1995). Muscle atrophy and weakness with aging contraction-induced injury as an underlying mechanism. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 50: M124-129
6. Paschalis V., Giakas G., Baltzopoulos V. et al (2007). The effects of muscle damage following eccentric exercise on gait biomechanics. *Gait Posture*; 25: 236-242
7. Simpson K., Jiang P., Shewokis P., Odum S., Reeves K (1993). Kinematic and plantar pressure adjustments to downhill gradients during gait. *Gait Posture*; 1: 172-179
8. Tokuhiro A., Nagashima H., Takechi H (1985). Electromyographic kinesiology of lower extremity muscles during slope walking. *Arch Phys Med Rehabil*; 66: 610-613
9. Baldwin A. C., Stevenson S. W., Dudley G. A (2001). Non-steroidal anti-inflammatory therapy after eccentric exercise in healthy older individuals. *Gerontol A Biol Sci*; 56: M510-3
10. Francis K. T., Hoobler T (1987). Effects of aspirin on delayed muscle soreness. *J Sports Med*; 27: 333-337
11. Hasson S. M., Daniels J. C., Divine J. G (1993). Effect of ibuprofen use on muscle soreness, damage, and performance: a preliminary investigation. *Med Sci Sports Exerc*; 25: 9-17
12. Lecomte J. M., Lacroix V. J., Montgomery D. L (1998). A randomised controlled trial of the effect of naproxen on delayed onset muscle soreness and muscle strength. *Clin J Sports Med*; 8: 82-87
13. OGrady M., Hackney A. C., Schneider K (1999). Diclofenac sodium (Voltaren) reduced exercise-induced injury in human skeletal muscle. *Clin Sci*; 32: 1191-1196
14. Sayers S. P., Knight C. A., Clarkson P. M (2000). Effect of ketoprofen on muscle function and sEMG activity after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*; 33: 702-710
15. Tokmakidis S. P., Kikkinidis E. A., Smiliotis I (2003). The effects of ibuprofen on delayed muscle soreness and muscular performance after eccentric exercise. *J Strength Cond Res*; 17: 53-59
16. Barlas P., Craig J. A., Robinson J (2000). Managing delayed-onset muscle soreness: lack of effect of selected oral systemic analgesics. *Arch Phys Med Rehabil*; 81: 966-72
17. Donnelly A. E., Maughan R. J., Whiting P. H (1990). Effects of ibuprofen on exercise-induced muscle soreness and indices of muscle damage. *Br J Sports Med*; 24: 191-195
18. Donnelly A. E., McCormick K., Maughan R. J (1988). Effects of a non-steroidal anti-inflammatory drug on delayed onset muscle soreness and indices of damage. *Br J Sports Med*; 22: 325-328
19. Grossman J. M., Arnold B. L., Perrin D. H (1995). Effect of ibuprofen use on delayed onset muscle soreness of the elbow flexors. *J Sports Rehabil*; 4: 253-263
20. Ploutz-Snyder L., Giamis E., Formikell M., Rosenbaum A (2001). Resistance training reduces susceptibility to eccentric exercise-induced muscle dysfunction in older women. *Gerontol A Biol Sci*; 56: M384-390
21. Golden C., Dudley G (1992). Strength after bouts of eccentric or concentric actions. *Med Sci Sports Exerc*; 24: 926-933
22. Ploutz-Snyder L., Tesch P., Dudley G (1998). Increased vulnerability to eccentric exercise-induced dysfunction & muscle injury after concentric training. *Arch Phys Med Rehabil*; 79: 58-61
23. Ploutz-Snyder L., Tesch P., Hather B., Dudley G (1996). Vulnerability to dysfunction & muscle injury after unloading. *Arch Phys Med Rehabil*; 77: 773-777
24. Vandervoort A., Kramer J., Wharram E (1990). Eccentric knee strength of elderly females. *Gerontol A Biol Sci*; 45: M125-128
25. Zusman M (1986). The absolute visual analogue scale. *Aust J Physiother*; 3 2: 244-246
26. Mattacola C., Perrin D., Gansneder B., Allen J., Mickey C (1997). A comparison of visual analog scale and graphic rating scales for pain intensity following DOMS. *J Sports Rehabil*; 6: 38-46
27. Melzack R (1987). The short-form McGill pain questionnaire. *Pain*; 30: 191-197
28. Price D., McGrath P., Rafii A., Buckingham B (1983). The validation of visual analog scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*; 17: 45-56
29. Stevens J (1990). Intermediate Statistics. A Modern Approach. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers
30. Fiatarone M., Evans W (1993). The etiology & reversibility of muscle dysfunction in the aged. *Gerontol A Biol Sci*; 48: M77-83
31. Hyatt R., Whitelaw M., Bhat A., Scott S., Maxwell J (1990). Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing*; 19: 330-336
32. Kawamura K., Tokuhiro A., Takechi H (1991). Gait analysis of slope walking: a study on step length, stride width, time factors & deviation in the center of pressure. *Acta Medica Okayama*; 45: 179-184
33. Chambers A. J., Cham R (2007). Slip-related muscle activation patterns in the stance leg during walking. *Gait Posture*; 25: 565
34. Pijnappels M., van der Burg J. C. E., Reeves N. D., van Dieen J. H (2008). Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *Eur J Appl Physiol*; 102: 585-592
35. Roth S., Martel G., Ivey F., Lemmer J., Metter E., Hurley B., Rogers M (2000). High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *J Appl Physiol*; 88: 1112-1118
36. Wolfson L., Judge J., Whipple R., King M (1995). Strength is a major factor in balance, gait & the occurrence of falls. *Gerontol A Biol Sci*; 50: 64-67

37. Stel V. S., Pluijm S. M. F., Deeg D. J. H., Smit J. H., Bouter L. M., Lips P (2003). Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol*; 56: 659-668

**Cita Original**

Lanier A. B., Simpson KJ, Gregory C, Stevenson SW, Wang H, Dudley, G. Exercise-Induced Muscle Injury and Influence of NSAID Therapy on Kinematics of Downhill Walking in Older Adults. *JEPonline*; 12 (5): 11-21, 2009.