

Efectos del ejercicio aeróbico sobre componentes morfofuncionales en adultos mayores de sexo femenino

E. M. Molina y M. Muñoz

Introducción

El envejecimiento está asociado con un sin número de cambios adversos; desde el punto de vista de la composición corporal se observa una disminución del peso corporal magro (PMC) debido, en gran parte, a que el esqueleto envejecido se desmineraliza y se vuelve poroso, perdiendo masa ósea en un 30 a 50%, lo que implica una disminución en el grosor de la corteza ósea, y simultáneamente una reducción de la cantidad de masa muscular (MLG). No obstante, el peso corporal total (PT), a medida que se va aumentando en edad, tiende a incrementarse, a pesar de no existir ninguna razón biológica para que los hombres y las mujeres ganen peso al envejecer. Este incremento se estima, en un hombre occidental de edad promedio de 35 años, en un 0,2 y 0,8 kg de grasa cada año hasta su quinta y sexta décadas de vida.

Sin embargo, el exceso de grasa corporal u obesidad tiene una estrecha relación con la principal causa de muerte en Chile, como son las enfermedades cardiovasculares, metabólicas, cancerígenas y psicológicas, entre otras. Inciden en ellas muchos factores de tipo ambiental, social y genético, en una interacción multifactorial; además son el resultado de un desequilibrio del balance energético, que estaría más bien referido al gas-

to, mucho más que al aporte energético, contrariamente con la creencia popular.

En el caso del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), éste comienza a disminuir después de la adolescencia, estimándose una reducción en 0,4 ml/kl/min cada año. La disminución de la capacidad aeróbica con la edad es causada por varias reducciones en las funciones fisiológicas implicadas en el transporte de oxígeno, disminución de la frecuencia cardíaca máxima y, por ende, del gasto cardíaco máximo, con la consiguiente reducción del volumen sistólico, que se puede reflejar en cambios en la contractividad del miocardio, sumado a la reducción de la capacidad de riesgo periférico. Esta disminución puede deberse a la menor razón capilar/fibra muscular y a una menor área de sección cruzada arterial.

Es por esta razón, entonces, que este trabajo tiene por objetivo contribuir a intensificar los estudios en materia de envejecimiento, a modo de ayudar a minimizar o retardar dichas manifestaciones y observar los efectos anabólicos del ejercicio aeróbico sobre la composición corporal y el VO_2 máx en adultos mayores sometidos a un programa de entrenamiento de *endurance*.

Metodología

Se trabajó con una población de adultos mayores de ambos sexos ($n=37$) que se iniciaban en un programa de ejercicio y salud implementado por el DEFDER de la UMCE. Las edades de los sujetos estudiados fueron $\bar{X} \text{ DS } 60 \pm 4,2$ años. Se aplicó una encuesta para determinar las características de sus hábitos de vida, salud e ingesta de fármacos; se consignó homogeneidad

E. M. Molina y M. Muñoz son profesores de Educación Física y másteres en Ciencias de la Actividad Física. Actualmente se desempeñan como docentes en la Facultad de Educación Física (DEFDER) de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Chile (UMCE).

de las variables controladas y pudieron ser clasificados como adultos mayores, sedentarios, sanos y sin ingesta de medicamentos.

El tratamiento físico consistió en un programa de seis meses de duración, con una frecuencia de tres veces a la semana, sobre la base de ejercicios de locomoción realizados a un porcentaje de VO_2 máx promedio ($70 \pm 10\%$ PAM), con intervalos ascendentes de las intensidades, pausas de recuperación activas de 3 MET entre los esfuerzos, durante los períodos de trabajos que oscilaban entre los 10 y 90 minutos de duración continua. Los ejercicios de movielasticidad fueron utilizados tanto al inicio como al término de cada sesión de entrenamiento. No obstante, los trabajos de fuerza relativa se cuantificaron sólo en un 5% de la cantidad de trabajo total del programa.

La composición corporal se determinó por el fraccionamiento de cuatro componentes, según el procedimiento de Bing-Biehl, que contiene como ecuaciones básicas a la Matiegka, en el cual el peso corporal total (PT) es la suma de los pesos de grasa (PG), ósea (PO), muscular (PM) y residual (PR). La densidad y el porcentaje de la grasa (G%) fueron calculados a partir de ecuaciones Pollock y Brozek, respectivamente; el PO por la fórmula modificada por Roche, el PR por la ecuación de Wurch y el PM (MLG) por la fórmula de Matiegka.

El análisis estadístico se llevó a cabo a partir de la utilización de estadísticas inferenciales, como la prueba *t* de Student para medidas independientes.

Resultados y discusiones

Los resultados obtenidos se consignan en la Tabla 1 ($p < 0,05$). La MLG no observó diferencias estadísticamente significativas entre sus promedios muestrales, tanto antes como después del programa de actividad física ($t = 0,313 < 1,96$), dejando en evidencia que éste no logró estimular suficientemente la síntesis proteica para el anabolismo de los tejidos. Dichos resultados nos sugieren que para incrementar este compartimiento, a partir de la fuerza general relativa, merece ser revisada su dosificación, al no observar éste un efecto asociado en su incremento, como consecuencia de su entrenamiento de resistencia general aeróbica.

El análisis de las muestras de sangre tomadas al inicio y al término del programa y de algunas sesiones no evidenció variaciones significativas en las concentraciones de nitrógeno ureico ($t = 0,823 < 1,96$) y se consignó un equilibrio de nitrógeno. Solo quedó por comprobar la excreción de urea en la orina y los niveles de cortisol en la sangre.

Se observó al término del tratamiento físico, por medio de pruebas de dinamometría, que hubo un incremento de un 5,1% en la fuerza muscular cuando ésta fue medida a partir del test de prensión de manos y extensión de rodillas, considerándose ambas mediciones como la fuerza sistemática promedio de los individuos. No se pudo atribuir este aumento a un mayor diámetro transversal muscular, sino más bien a una mejoría en la eficiencia de las motoneuronas, ya que el ejercicio físico determinaría, en primer lugar, un incremento en la función neuromuscular y una disminución en el deterioro relacionado con la edad. Esto contribuyó, posteriormente, a mejorar la capacidad de las células para la síntesis proteica y la regulación química.

En el caso de la MG y el G% se evidenciaron cambios significativos, disminuyendo este último en un 4,9%, por tratarse de un programa eminentemente de resistencia general aeróbica de intensidad moderada y de larga duración. Se favoreció la movilización y utilización de las grasas, reduciendo la insulina circulante, y con ello, el metabolismo de la glucosa. Los altos niveles de reactividad de estos sujetos, por su rápida liberación de adrenalina y noradrenalina, como resultado de una actividad simpática aumentada, derivarían además en una activación del triglicérido lipasa-hormosensible, descomponiendo los triglicéridos y liberando los ácidos grasos. Dichas observaciones fueron corroboradas con la disminución de un 12% de los triglicéridos circulantes, los que sin lugar a dudas pueden haber sido movilizados y utilizados para las necesidades energéticas musculares, inducidas por el ejercicio físico, determinando cambios importantes en la reducción de las lipoproteínas de baja densidad (G-LDL), de muy baja densidad (G-VLDL) y en el aumento de la fracción alfa lipoproteína (G-HDL) ($p < 0,05$). No pueden ser atribuibles estos resultados solamente al entrenamiento, sino también deben considerarse los cambios de hábitos de vida asociados al ejercicio.

No se observó una respuesta significativa en el crecimiento del músculo, hueso y tejido conjuntivo (PCM) ($t=1,429 < 1,96$), probablemente por la edad promedio de la muestra, la que podría evidenciar defectos en los mecanismos que controlan la secreción de la hormona somatotropina para la disfunción y proliferación celular, como las características del entrenamiento y, por último, a su condición de mujeres posmenopáusicas, quienes por naturaleza consignan niveles bajos de estrógeno.

La no observación de cambios significativos en la MO ($p = 1,367 < 1,96$) podría sugerirnos que al

Tabla 1

Resultados de cambios morfofuncionales inducidos por un programa de ejercicios aeróbicos en mujeres mayores

Variables	n	Antes X +- DS	n	Después X +- DS	t	Significancia
MLG (kg)	37	18,8+4,1	37	19,1+3,5	0,313	NS
G(%)	37	36,2+2,6	37	34,4+2,2	3,180	S*
PG (kg)	37	23,0+3,0	37	21,8+1,7	2,088	S*
PO (kg)	37	8,8+1,1	37	9,3+1,9	1,367	NS
PCM (kg)	37	40,9+3,0	37	41,5+3,9	1,420	NS
PT (kg)	37	64,0+2,3	37	63,4+2,2	1,131	NS
VO ₂ máx. (ml/kg/mín)	37	26,2+3,4	37	28,7+3,2	3,213	S*

* (p < 0,05)

parecer no se logró tampoco incrementar la densidad mineral del hueso (BMD), a pesar de que esta observación requiere pruebas de absorciometría. En todo caso estos resultados nos indicarían que un programa de «endurance» debe complementarse con actividades globales y localizadas, a partir de ejercicios de fuerza que permitan al músculo ejercer su acortamiento y tracción sobre los puntos de inserción óseo, determinando con ello un incremento del transporte de Ca y de otros elementos importantes que ayudan a la fijación del mismo en el hueso, además de los efectos de compresión que estimule el efecto piezoeléctrico. Sin embargo, el ejercicio regular y sistemático induciría a una reducción de la actividad de la parathormona con su efecto reabsortivo sobre el hueso estable, estimulando el aumento de la producción de calcitonina.

En el caso del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx) se evidenció un aumento de un 8,7% en la capacidad de trabajo funcional de estos sujetos. Esto sugiere que un programa intervalado con variación de intensidad permite tocar con ello una mayor cantidad de niveles de sensibilidad por el efecto de entrenamiento y determina adaptaciones cardiopulmonares metabólicas, a la vez que una mayor eficiencia del sistema de transporte de oxígeno.

Conclusiones

El presente trabajo deja en evidencia que no existirían efectos asociados de un programa de *endurance* cardiovascular sobre el PCM, ya que la adaptación está determinada por la especificación del estímulo, el tiem-

po de imposición de éste y su intensidad. Puede ser que la intensidad sea la responsable de una mayor producción de ácido láctico sentido en el músculo, estimulando la secreción de somatotropina, como también de mediadores, como son los factores de crecimiento tipo insulina (IGF), cuyos receptores se encuentran también en los adultos.

Se observa además en estos resultados la influencia de la edad de los sujetos, ya que la magnitud de las respuestas de la sobrecarga es mucho más reducida en ellos que en los individuos más jóvenes. En el caso de las mujeres se debería a que observan una menor cantidad de núcleos musculares con una mayor demanda en la función nuclear por unidad de citoplasma, en la cantidad de síntesis proteica producida como resultado del entrenamiento.

No obstante, este programa de entrenamiento permitió incrementar la utilización y movilización de las grasas y las proteínas relacionadas con la energía, sin lograr estimular la síntesis de los elementos contráctiles de las fibras musculares.

Por último, los cambios inducidos por un programa de entrenamiento de *endurance* deberían ser cuantificados en investigaciones futuras a través de técnicas más directas, cuyo error de estimación sea mínimo, y a partir de un protocolo multifactorial que permita relacionar la compleja interacción de la nutrición, el tipo de entrenamiento, la actividad endócrina, el control nervioso, la herencia genética, la actitud mental y los hábitos de vida.