

# Combinación de 4 días de alto volumen de ejercicio y dieta muy baja en calorías como nuevo modelo en la lucha contra la obesidad: rol de la preservación de masa muscular

Autor: Marcos Martín Rincón. Director: J.A.L. Calbet

Grupo de Investigación en Rendimiento Humano, Actividad Física y Salud  
Programa de Doctorado en Investigación en Biomedicina. ULPGC



## Background

La prevalencia de obesidad se ha doblado desde 1980, superando los 9 billones de adultos en todo el mundo (OMS, 2015). La obesidad se asocia a numerosas enfermedades, entre ellas diabetes y cáncer, disminuyendo la calidad y la expectativa de vida de las personas con obesidad. El tratamiento de la obesidad se basa en inducir un balance energético negativo, es decir, en quemar más energía de la ingerida. Esto se puede conseguir con dieta y ejercicio.

Las dietas muy bajas en calorías son las más eficaces para producir una alta y duradera pérdida de grasa. De un 10 a 40% del peso perdido con dieta proviene de la masa muscular. La pérdida de masa muscular puede asociarse a disminución de capacidad funcional, pérdida de masa ósea y resistencia a la insulina.

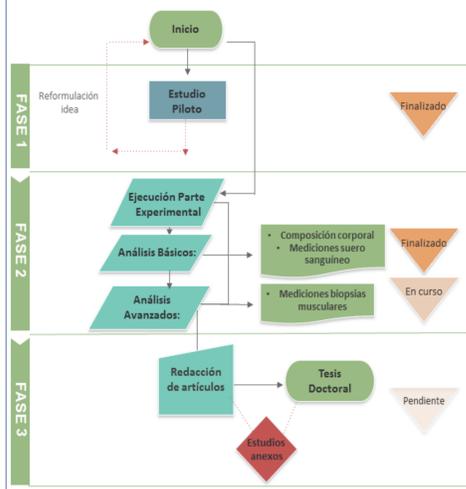
El ejercicio atenúa la pérdida de masa muscular durante dietas hipocalóricas. Se desconoce si el ejercicio es capaz de disminuir la pérdida de masa muscular producida cuando el déficit energético diario es muy alto (5000 Kcal/día).

La masa muscular depende del balance entre síntesis y degradación de proteínas (proteólisis). El estudio de las quinasas reguladoras de la vía de síntesis proteica y de los sistemas de activación de la proteólisis no se han estudiado en condiciones de déficit energético severo combinado con ejercicio en seres humanos.

## Objetivos e hipótesis

- El principal objetivo es estudiar los efectos de una dieta muy baja en calorías en combinación con un alto volumen de ejercicio durante 4 días en la composición corporal y en biomarcadores sanguíneos de hombres adultos obesos.
- Determinar el volumen y modalidad de ejercicio adecuados para producir una pérdida de peso rápida y eficaz, con la menor pérdida de masa muscular posible.
- Investigar los mecanismos moleculares por los cuales el ejercicio frena la pérdida de masa muscular.

## Etapas Proyecto de Tesis



## Métodos y Procedimientos

- 15 varones fueron seleccionados según los siguientes criterios de inclusión:
  - Edad entre 18-55 años.
  - Peso estable desde mínimo los 3 meses previos al comienzo de la intervención.
  - Índice de masa corporal (IMC)  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>
  - Circunferencia de cintura > 102 cm
  - 20%-40% de grasa corporal.

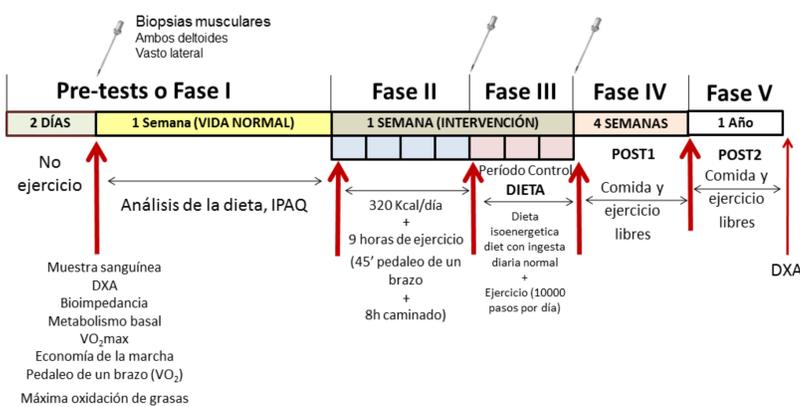


Figura 1. Esquema experimental del estudio.

- Análisis de actividad física, nutrición y composición corporal: International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), bioimpedancia y absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA).
- Metabolismo basal, VO<sub>2</sub> submáximo y VO<sub>2max</sub>.
- Mediciones bioquímicas y hormonales en suero sanguíneo (ELISA).
- Análisis de biopsias musculares: señalización muscular (Western Blot), Inmunohistoquímica (porcentaje de fibras musculares y distribución de cadenas pesadas de miosina) y pequeños RNAs.



Figura 2. Participantes del estudio.



Figura 3. Biopsia muscular.

## Resultados

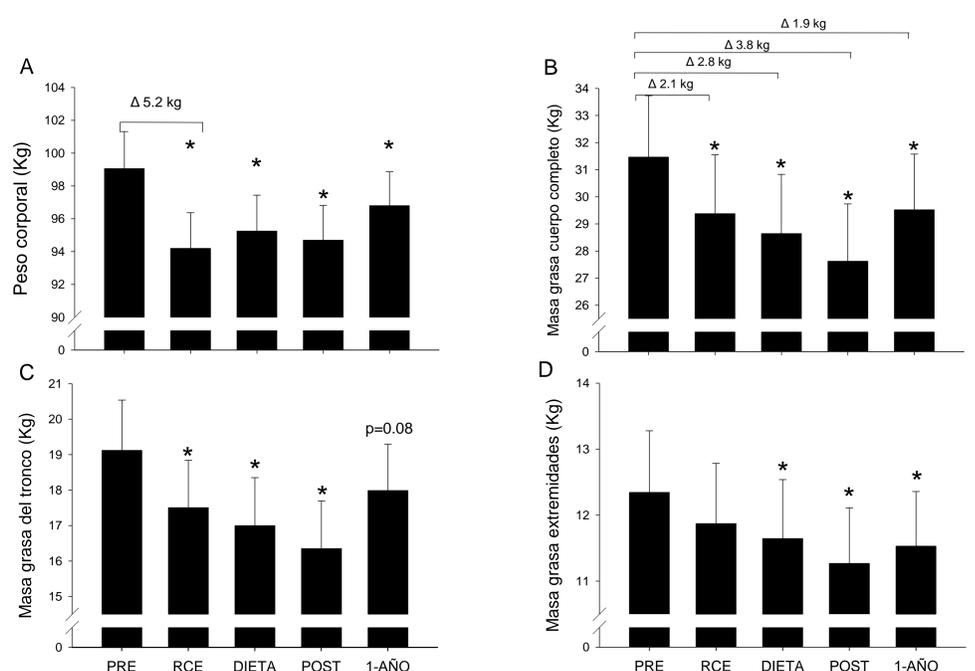


Figura 4. Cambios en el peso corporal (A) y masa grasa del cuerpo completo (B), tronco (C) y extremidades (D) medidas por DEXA (PRE), inmediatamente después de 4 días de ejercicio y restricción calórica (RCE), seguido por 3 días de dieta normal y ejercicio limitado (DIET), 4 semanas después (POST) y 1 año después de la intervención (1-AÑO). Los valores presentados son medias±error estándar de la media. \*P<0.05 compared to PRE. n=15.

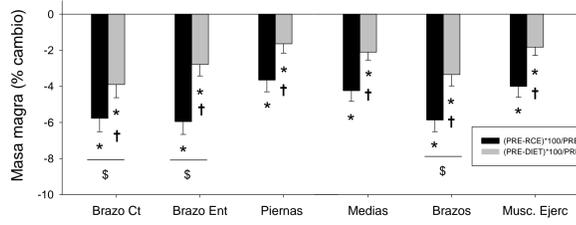


Figura 5. Cambios en la masa muscular en función de la extremidad y cantidad de ejercicio realizado: brazo no entrenado (Brazo ct), brazo entrenado (Brazo Ent), piernas, media todas las extremidades (Medias), media solo brazos (Brazos) y sólo extremidades entrenadas (Musc. Ejerc). PRE= antes de la intervención; RCE= inmediatamente después de 4 días de ejercicio y restricción calórica; DIET= continuación con 3 días de dieta normal y ejercicio limitado. Los valores presentados son medias±error estándar de la media. Los valores presentados son medias±error estándar de la media. \*P<0.05 comparado con PRE. †P<0.05 comparado con piernas. ‡P<0.05 Comparado con RCE. n=15.

Variables	Pre-test (Fase I)	Ejercicio + restricción calórica (Fase II)	Dieta Normal + Ejercicio controlado (Fase III)	4 semanas después (Fase IV)	Efecto tiempo
Colesterol (mg/dL)	225 ± 43	213 ± 57	187 ± 41	212 ± 48	b,c
HDL (mg/dL)	40 ± 8	50 ± 9	38 ± 8	40 ± 9	a
LDL (mg/dL)	152 ± 36	145 ± 53	128 ± 37	141 ± 37	b,c
HOMA §	2.6 ± 1.8	1.2 ± 0.5	1.7 ± 0.7	2.7 ± 1.7	a,b
Leptina (ng/mL)§	9.7 ± 5.8	3.4 ± 3	4.8 ± 3.3	6.5 ± 4	a,b,c

Figura 6. Parámetros bioquímicos y hormonales (media ± SD) de los participantes sometidos a restricción calórica en combinación con ejercicio siguiendo las diferentes fases experimentales. a: P<0.05 para fase I contra fase II; b: P<0.05 para fase I contra fase III; y c: P<0.05 para fase I contra fase IV.; HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad; HOMA: modelo de evaluación de resistencia a la insulina. § Transformación logarítmica.

## Discusión

El presente estudio revela que la masa total de grasa corporal puede ser reducida en ~3kg con una intervención de 4 días combinado una reducción de la ingesta energética (hasta cerca del 10% de la ingesta habitual) y 9 h de ejercicio de baja intensidad por día.

Esta pérdida está en gran parte explicada por una disminución en los depósitos de tejido adiposo del tronco, acompañada de una marcada disminución en la circunferencia de cintura. Los voluntarios perdieron un kilogramo adicional de grasa durante las 4 semanas posteriores a la intervención, llegando a un total de pérdida de grasa de 3.8 kg (2.8 kg de ellos provenientes del tronco). Los voluntarios mantuvieron una pérdida de 1.9 kg de grasa corporal respecto a los valores previos transcurrido un año de la intervención.

Esta intervención se acompaña de una mejora en el perfil lipídico los niveles de leptina en sangre, lo cual indica una atenuación de la resistencia a la leptina que podría ayudar a mantener el peso corporal. La pérdida de masa muscular representó sólo un 15% de la pérdida total de peso.

La intervención es viable y aplicable a un segmento de la población con sobrepeso, que no tenga problemas articulares o contraindicaciones a las caminatas de larga duración.

## Conclusiones

- Es posible lograr una reducción clínicamente relevante de masa grasa, principalmente proveniente del tronco, en sujetos con obesidad, con únicamente 4 días de ejercicio de larga duración combinado con una restricción severa de la ingesta calórica.
- Esta reducción es, al menos, tan viable y eficaz como las dietas muy bajas en calorías.
- Los resultados muestran que el ejercicio atenúa la pérdida de masa muscular en una situación de déficit energético severo.
- El efecto preservador de masa muscular generado por el ejercicio parece ser superior cuando la cantidad de ejercicio es mayor frente a la realización de una cantidad de ejercicio mucho menor.

## Perspectivas de futuro

La principal ventaja de este modelo es que la grasa se pierde fundamentalmente del tronco y se produce en un tiempo relativamente corto.

La comprensión de los mecanismos moleculares subyacentes podría ayudar a generar estos efectos sin necesidad de realizar una cantidad tan alta de ejercicio y servirá para desarrollar agonistas de las vías de señalización implicadas.

Investigaciones futuras podrían evaluar si este programa de pérdida de peso puede ser llevado a cabo periódicamente para alcanzar mayores reducciones en masa grasa en un período mucho más corto de tiempo que con otros programas.