



## REVISIÓN

# Revisión y análisis del ejercicio físico a nivel hormonal, cerebral y su influencia en el apetito



Laura Gómez Escribano<sup>a</sup>, Arancha Gálvez Casas<sup>a</sup>,  
Antonio R. Escribá Fernández-Marcote<sup>a</sup>, Pedro Tárraga López<sup>b,\*</sup>  
y Loreto Tárraga Marcos<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica, Musical y Dinámica, Facultad de Educación. Universidad de Murcia, Murcia, España

<sup>b</sup> Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Castilla La Mancha, Ciudad Real, España

Recibido el 3 de marzo de 2017; aceptado el 12 de abril de 2017

Disponible en Internet el 29 de julio de 2017

### PALABRAS CLAVE

Apetito;  
Ejercicio físico;  
Consumo de energía;  
Hormonas

**Resumen** Debido a los problemas de obesidad que hay en la actualidad, es importante llevar un buen control de la ingesta alimentaria. El propósito del presente estudio es conocer la influencia que tiene el ejercicio físico sobre el apetito, los cambios generados en las concentraciones de diferentes hormonas y la alteración de determinadas regiones cerebrales. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica a través de diferentes bases de datos. En cuanto a los resultados, se aprecia que el ejercicio produce cambios en el apetito, en la cantidad de ingesta de energía, en diferentes hormonas relacionadas con el control del peso así como en determinadas respuestas neuronales. Como conclusión, se puede afirmar que el ejercicio disminuye el apetito, el hambre y la ingesta de energía. Además, el ejercicio disminuye los niveles de grelina y aumenta las concentraciones de leptina. Asimismo, se muestra como el ejercicio físico altera la actividad de ciertas regiones del cerebro tras la visualización de determinados alimentos, con lo que disminuyen el apetito o la ingesta.

© 2017 Sociedad Española de Arteriosclerosis. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [pjtarraga@sescam.jccm.es](mailto:pjtarraga@sescam.jccm.es) (P. Tárraga López).

**KEYWORDS**

Appetite;  
Physical exercise;  
Energy intake;  
Hormones

**Review and analysis of physical exercise at hormonal and brain level, and its influence on appetite**

**Abstract** Due to the currently growing rate of obesity, it is important to maintain good control of food intake. The main purpose of the present study is to determine the influence of physical exercise on appetite, changes in hormone concentrations, and changes in certain neuronal regions. To achieve this, a literature search was conducted using different data bases. The results show how exercise produces changes in the appetite perception, in the amount of energy intake, and in different weight-control related hormones, as well as in specific neuronal responses. In conclusion, it can be shown that exercise leads to changes in appetite, hunger, and energy intake. In addition, exercise decreases the ghrelin levels and increases concentrations of leptin. Likewise, it is shown how physical exercise alters the responses of certain neuronal regions after visualizing specific food elements decreasing so the appetite or the intake of them.

© 2017 Sociedad Española de Arteriosclerosis. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

La obesidad es una enfermedad que en forma de epidemia afecta a todas las poblaciones. Está relacionada con el estilo de vida obesógeno que nos rodea, en el que la sobrealimentación y la falta de actividad física se suman, lo que da lugar a un acúmulo de grasa excesivo e incrementa la morbimortalidad de las personas que la padecen<sup>1</sup>. Es por ello por lo que numerosas investigaciones tratan de evaluar los mecanismos fisiológicos implicados en el control del gasto energético y la ingesta alimentaria, para poder paliar esta enfermedad y mantener unos niveles séricos e histológicos normales de grasa<sup>2,3</sup>.

Durante los últimos 10 años, se ha producido un importante avance en el conocimiento de los mecanismos neurohormonales y bioquímicos que regulan el apetito. El hecho más importante es la existencia de una multifactorialidad en la que estímulos aferentes del cerebro, integración intracerebral de las señales periféricas y órdenes eferentes establecen un equilibrio entre el apetito y la saciedad<sup>4</sup>.

En cuanto a las sustancias producidas por el tejido adiposo encontramos la leptina, una hormona compuesta por 167 aminoácidos del péptido, encontrada principalmente en el tejido adiposo blanco; sin embargo, su presencia también se observa en otros tejidos como el estómago, la placenta y la glándula mamaria<sup>5</sup>. Esta hormona se considera un controlador del peso corporal ya que transmite información al hipotálamo sobre la cantidad de energía almacenada en el tejido adiposo y suprime el apetito, lo que afecta al gasto de energía<sup>6</sup>.

Los adipocitos, además de leptina, también liberan un péptido conocido como grelina. La administración exógena de esta induce la liberación de la hormona de crecimiento, estimula la ingesta de alimentos y aumenta el peso corporal<sup>7</sup>. En este contexto, durante el ayuno, las concentraciones de leptina disminuyen, lo que estimula el apetito y modula el tamaño de la ingesta y la percepción del gusto. Por el contrario, se produce un aumento de la grelina antes de las comidas, en ayuno o caquexia. La importancia de la

grelina en la regulación de la ingesta alimentaria tiene lugar por diferentes mecanismos. Entre ellos, destaca su carácter competitivo con la leptina y su interacción con el nervio vago<sup>20</sup>, desde donde puede generar una activación neuronal en el núcleo del tracto solitario y dorsomotor que causa la motilidad, secreción gástrica y, en definitiva, una inducción del apetito y del consumo de alimento<sup>21</sup>. Asimismo, la leptina influye en la regulación del apetito. Dicha hormona provoca una activación de los sistemas efectores catabólicos, los cuales reducen la adiposidad por medio de una inhibición del apetito, estimulando con ello el gasto energético e inhabilitando los sistemas efectores anabólicos, cuyo objetivo es aumentar la adiposidad corporal (aumento del apetito), favoreciendo así el proceso de lipólisis del tejido adiposo<sup>22</sup>. Por consiguiente, tanto la grelina como la leptina están relacionadas con la regulación del balance energético.

Además, también se puede encontrar el péptido YY (PYY) entre las hormonas intestinales que actúan para controlar la ingesta de alimentos. La obesidad también se asocia con una disminución de las concentraciones de PYY en el ayuno y estado posprandial<sup>8</sup>. En esta línea, el péptido YY se identifica como un potencial terapéutico para controlar el peso.

Por otro lado, la insulina ejerce una función primordial en el sistema nervioso central para incitar la saciedad, aumentar el gasto energético y regular la acción de la leptina<sup>9</sup>. En esta línea, los niveles plasmáticos de la insulina, al igual que los de la leptina, son proporcionales a los cambios en la adiposidad: aumentan en los momentos de balance energético positivo y disminuyen en los negativos<sup>9</sup>.

Con relación a lo anterior, la manipulación de la intensidad y el tipo de ejercicio físico (entendiendo este término como una variedad de movimientos corporales planificados, estructurados y repetitivos con el objetivo de mantener o mejorar la aptitud física y la salud) pueden alterar el apetito. En apoyo a esto, un estudio reciente informó que la ingesta de energía o comida *ad libitum* se redujo durante una comida de almuerzo y una cena, tras una sesión en bicicleta de alta intensidad (75% VO<sub>2</sub> máx) en comparación

con una de baja intensidad (40% VO<sub>2</sub> máx) en adolescentes obesos<sup>10</sup>.

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es conocer cómo influye el ejercicio físico (en los niveles de ciertas hormonas (grelina, leptina, insulina y PYY) o en la percepción del apetito (sensación fisiológica o psicológica que tiene un sujeto y que le induce a comer), así como en determinadas regiones del cerebro tras un período de ejercicio, y como esto varía en función de la intensidad o del tipo de ejercicio físico que se trate, y su influencia en el hambre y la saciedad (entendiéndose esta como el periodo de tiempo mediante el cual la sensación de satisfacción se mantiene hasta que aparece de nuevo el hambre) de los individuos.

## Material y método

### Diseño y participantes

El estudio que se ha llevado a cabo ha sido de tipo descriptivo mediante la revisión de artículos publicados en diferentes fuentes bibliográficas. Entre ellas destaca Web of Science, de donde se ha extraído el 80% de los artículos. El resto de la información se ha obtenido de las bases de datos PubMed, Dialnet y Google Académico. Siguiendo los objetivos propuestos, la búsqueda se ha realizado a través de diferentes palabras clave tales como apetito, ejercicio, saciedad, intensidad del ejercicio, actividad física, energía consumida, leptina, grelina, hormonas del apetito, cerebro, comida, respuestas neuronales y obesidad.

Durante la revisión bibliográfica se han encontrado un total de 237 artículos, de los cuales 138 han sido excluidos por el título, 39 por el resumen, 21 por el contenido y 15 por las fechas de publicación. Finalmente, para el presente trabajo se han empleado un total de 24 artículos, entre los cuales se han incluido los más relevantes en el apartado de resultados.

Con la finalidad de optimizar la calidad metodológica en este estudio, se ha utilizado la escala Jadad para mejorar las propiedades psicométricas (validez y fiabilidad) y obtener mayor rigor científico en la investigación.

## Resultados

La [tabla 1](#) muestra los cambios producidos en los niveles de grelina e insulina después de realizar ejercicio físico, así como la ingesta de comida después de realizar ejercicio. De esta forma, en el encabezado de la tabla aparecen los aspectos que se han tenido en cuenta para el análisis de este estudio. Tal y como se aprecia en los resultados, la grelina activa disminuye significativamente después de realizar ejercicio aeróbico y de resistencia, en comparación con el grupo control: esta diferencia es mayor en el grupo que hace ejercicio de resistencia. Asimismo, se aprecian diferencias significativas en la insulina preprandial, que aumenta en el grupo que realiza ejercicio de resistencia en comparación con el control. Además, se observa que no hay diferencias significativas entre ambos grupos experimentales en la ingesta de energía después de realizar ejercicio.

La [tabla 2](#) hace referencia al efecto que tiene el ejercicio físico en la respuesta neuronal después de visualizar diferentes imágenes relacionadas con la comida. Asimismo,

en el encabezado de la tabla se muestran los aspectos que se han tenido en cuenta para el análisis de este estudio. Tal y como se observa en los resultados, realizar ejercicio en cinta aumentando la intensidad de forma gradual produce una disminución en las respuestas visuales a la comida en ciertas regiones del cerebro como la ínsula izquierda y la corteza visual.

La [tabla 3](#) muestra las respuestas neuronales tras la visualización de diferentes imágenes con alto y bajo contenido calórico después de realizar ejercicio. De esta forma, en el encabezado de la tabla se indican los aspectos que se han tenido en cuenta para el análisis de este estudio. En cuanto a los resultados, se observa cómo el ejercicio aeróbico en cinta influye en las respuestas neuronales cuando se visualizan imágenes de alimentos con bajo y alto contenido calórico. Cuando estos alimentos son de alto contenido calórico, se aprecian diferencias significativas: aumenta la activación de la corteza dorsolateral prefrontal y disminuye la activación de la corteza orbitofrontal (OFC). Cuando las imágenes son de alimentos bajos en calorías, aumenta la activación de la ínsula y el putamen y disminuye la activación de la OFC, con diferencias significativas. Además, se observan diferencias significativas al observar una mayor activación en el área palladium izquierda cuando se realiza ejercicio aeróbico y se visualizan alimentos bajos en calorías en comparación con alimentos altos en calorías. Por otro lado, el ejercicio de alta intensidad reduce las concentraciones de grelina y aumenta las de PYY en plasma, con diferencias significativas.

La [tabla 4](#) presenta la saciedad/satisfacción existente después de realizar ejercicio físico en ayunas y después del desayuno. Asimismo, en el encabezado de la tabla se han diferenciado los aspectos considerados para el análisis de este estudio. En cuanto a los resultados, se aprecia mayor saciedad en los grupos que realizan ejercicio en ayuno y en situación posprandial (carrera en cinta) en comparación con el grupo control, con diferencias significativas. Por otro lado, después de realizar ejercicio se observan claras diferencias con relación a la saciedad/satisfacción entre el ejercicio realizado en ayuno y en la condición posprandial. De esta forma, los sujetos se sienten más saciados después del ejercicio posprandial, en comparación con el realizado en ayunas.

La [tabla 5](#) muestra la influencia que tiene la realización de ejercicio físico sobre el hambre. Para ello, en el encabezado de la tabla aparecen los aspectos que se han considerado importantes para el análisis de este estudio. Como se aprecia en los resultados, existen diferencias significativas, con una disminución del hambre en el grupo que realiza ejercicio en comparación con el grupo control. Por otro lado, tanto al grupo experimental, después de que este realizara ejercicio, como al grupo control se les mostraron imágenes relacionadas con la comida, lo que provocó que el grupo experimental eligiera porciones de comida significativamente más pequeñas que el grupo control.

La [tabla 6](#) hace referencia al estado de la grelina acilada (activa) y de la saciedad después de realizar ejercicio físico. De esta forma, en el encabezado de la tabla se muestran los aspectos que se han considerado importantes para el análisis de este estudio. En los resultados, se aprecia una disminución significativa de la grelina acilada

**Tabla 1** Estado de los niveles de grelina e insulina, e ingesta de comida después de realizar ejercicio físico

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Balaguera-Cortes et al. (2011) <sup>18</sup>	10 hombres activos  21,3 ± 1,4 años	GC: no realizan ejercicio  2 GE: RES (45 min) y AER (45 min)	3 semanas	GC: no realizar ejercicio  RES: 8 ejercicios (3 series de 12 repeticiones con 1 min de recuperación entre series): <i>press</i> banca, <i>press</i> piernas, remo sentado, extensión de piernas, <i>press</i> hombros, <i>curl</i> femoral, extensión de tríceps y <i>curl</i> de bíceps AER: correr en cinta al 70% VO <sub>2</sub> máx	La grelina activa disminuye después del RES (p = 0,006) y del AER (p = 0,05) en comparación con el GC La insulina preprandial aumenta (p = 0,044) después del RES en comparación con el GC (p = 0,013)  No hubo un efecto significativo en ambos ensayos (RES y AER) en la ingesta total de energía durante la comida postejercicio (p = 0,779)

AER: ejercicio aeróbico; GC: grupo control; GE: grupo experimental; RES: ejercicio de resistencia.

**Tabla 2** Efecto del ejercicio sobre la respuesta neuronal tras visualizar imágenes de comida

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Cornier et al. (2012) <sup>14</sup>	12 adultos obesos (5 mujeres y 7 hombres) 38,2 ± 9,5	GE	24 semanas	GE: ejercicio en cinta aumentando la intensidad de forma gradual al 60-75% VO <sub>2</sub> máx. Aumento de la duración 15-20 min/día a 40-60 min/día, hasta conseguir 500 kcal/día a un 75% VO <sub>2</sub> máx en la semana 18	Las respuestas visuales a la comida disminuyeron con el ejercicio crónico, en comparación con la primera medición (línea de base) en: la ínsula izquierda y en la corteza visual (corteza parietal-bilateral)

GE: grupo experimental.

en ayunas en los sujetos de peso normal pertenecientes al grupo experimental en comparación con el grupo control.

En la [tabla 7](#) se muestra la influencia que tiene el ejercicio físico sobre el hambre y la saciedad de los individuos. Asimismo, en el encabezado de la tabla se presentan los aspectos que se han creído convenientes para el análisis de este estudio. En cuanto a los resultados, se aprecian diferencias significativas, con menos hambre cuando se realiza ejercicio intermitente que cuando este es continuo o no se realiza ejercicio (grupo control). Con relación a la saciedad, se aprecian diferencias significativas: esta es mayor en el grupo que realiza ejercicio intermitente y en el grupo

control, en comparación con el grupo que realiza ejercicio continuo.

En la [tabla 8](#) se aprecia la saciedad y el apetito de los sujetos en ayunas y posprandial después de realizar ejercicio físico. De esta forma, en el encabezado de la tabla aparecen los aspectos que se han tenido en cuenta para el análisis de este estudio. En cuanto a los resultados, se observan diferencias significativas: es mayor la saciedad en ayunas y después del ejercicio cuando se realiza ejercicio de alta intensidad, en comparación con el grupo que no realiza ejercicio. Con relación al apetito, se aprecia que este no aumenta cuando se realiza ejercicio moderado y de alta intensidad.

**Tabla 3** Respuestas neuronales tras la visualización de imágenes con alto y bajo contenido calórico después de realizar ejercicio

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Crabtree et al. (2014) <sup>13</sup>	15 hombres (sanos y delgados)	GC: no realizar ejercicio  GE: ejercicio aeróbico durante 60 min	Una semana	GC: no realizar ejercicio  GE: ejercicio aeróbico en cinta al 70% VO <sub>2</sub> máx (60 min)	Imágenes con HC: aumenta la activación de la corteza dorsolateral prefrontal (p < 0,05) y disminuye la activación de la OFC (p < 0,05) y la del hipotálamo izquierda (p < 0,05) en el GE en comparación con el GC Imágenes con LC: en el GE, aumenta la activación de la ínsula izquierda y derecha (p < 0,05) y en áreas del putamen izquierdo y derecho (p < 0,01) y disminuye la activación de la OFC izquierda y derecha (p < 0,05) en comparación con GC Imágenes de HC y LC: se observa una mayor activación en el área pallidum izquierda (p < 0,001) en respuesta a LC en comparación con los HC en el GE en comparación con el GC En el GE disminuyen las concentraciones de grelina (p < 0,001) y aumenta la liberación de PYY (p < 0,01) en comparación con el GC
	22,5 ± 3,1 años				

GC: grupo control; GE: grupo experimental; HC: alimentos con alto contenido calórico; LC: alimentos con bajo contenido calórico; OFC: corteza orbitofrontal.

La [tabla 9](#) presenta los cambios producidos en la grelina en función del tipo de dieta y ejercicio realizado. Asimismo, en el encabezado de la tabla se muestran los aspectos más importantes para el análisis de este estudio. Los resultados muestran diferencias significativas en los niveles séricos (suero sanguíneo) de grelina tras realizar ejercicio submáximo en comparación con el grupo que solo sigue una dieta hipocalórica.

En la [tabla 10](#) se muestra el consumo de energía *ad libitum* después de que los individuos realicen ejercicio físico. Para ello, en el encabezado de la tabla aparecen ciertos aspectos que considerar para el análisis de este estudio. En cuanto a los resultados, se aprecia que la ingesta de energía (ingesta de comida) *ad libitum* es menor después de realizar ejercicio intermitente de alta intensidad y muy alta intensidad, en comparación con el grupo control, con diferencias significativas. Respecto

a lo anterior, el consumo de energía *ad libitum* también es menor cuando se realiza ejercicio intermitente de muy alta intensidad, en comparación con el ejercicio continuo moderado, de nuevo con diferencias significativas.

La [tabla 11](#) hace referencia a la ingesta total en la comida y la cena después de realizar ejercicio físico. Además, también aparecen otros datos relevantes en el encabezado de la tabla para la revisión de este estudio. Tal y como se puede observar en los resultados, el ejercicio de alta intensidad reduce la ingesta de energía durante la comida y la cena, en comparación con el ejercicio moderado, con diferencias significativas.

Por otro lado, debemos indicar que los artículos empleados en la presente revisión han sido seleccionados teniendo en cuenta previamente su validez, fiabilidad y calidad científica, tal y como se ha reflejado en el apartado de material y método, a través de la aplicación de la escala Jadad.

**Tabla 4** Saciedad/satisfacción después de realizar ejercicio físico en ayuno y después del desayuno

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Deighton et al. (2012) <sup>15</sup>	12 hombres sanos  23 ± 3 años	GC: no realizar ejercicio  Dos GE: FAST (ejercicio en ayuno) y FED (ejercicio posprandial)	3 semanas	GC: no realizar ejercicio  Ambos ensayos (FAST y FED) completaron una carrera en cinta durante 60 min, con una intensidad del 70% VO <sub>2</sub> máx	Hay un mayor efecto en la saciedad/satisfacción en ambos ensayos (FAST y FED) que en el GC (p=0,037) Hay diferencias significativas, con mayor saciedad/satisfacción en el ensayo FED que en el FAST (p=0,01)

GC: grupo control; GE: grupo experimental.

**Tabla 5** Ejercicio físico y su influencia en el hambre

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Farah et al. (2012) <sup>11</sup>	27 sujetos (14 hombres y 13 mujeres)  35,6 ± 10,2 (hombres) 26,4 ± 3,2 (mujeres)	GC: no realizar ejercicio  GE: 60 min en cinta	2 semanas	GC: permanecen sentados  GE: ejercicio en cinta a una velocidad de 5,5 km/h con una pendiente de 4,5% (intensidad 6 METs)	El hambre disminuye (17,4%) en el GE en comparación con GC (p=0,004) Después de realizar ejercicio, se les mostraron a los sujetos diferentes imágenes relacionadas con la comida en un ordenador. Tras esto, los sujetos eligieron comer porciones significativamente más pequeñas (7,7%) en el GE en comparación con el GC (p=0,003)

GC: grupo control; GE: grupo experimental; MET: unidad de medida del índice metabólico.

## Discusión

Tras la revisión de todos los estudios se puede comprobar que los resultados indican que el ejercicio físico reduce el hambre, es decir, la sensación fisiológica o psicológica que induce a comer. Entre ellos destaca un estudio que demuestra que, después de realizar ejercicio físico, el hambre disminuye y los sujetos prefieren comer porciones más pequeñas de comida<sup>11</sup>. Otra investigación<sup>12</sup> indica que la ingesta de comida después de realizar ejercicio de alta intensidad es menor que cuando se realiza ejercicio de baja intensidad o no se realiza. En esta línea, otro estudio indica que el hambre también se reduce cuando se realiza ejercicio

intermitente en comparación con el ejercicio continuo<sup>8</sup>. En este contexto, después de realizar ejercicio intermitente de alta intensidad y muy alta intensidad, se aprecia que la ingesta de comida *ad libitum* es menor que cuando no se realiza ejercicio (grupo control)<sup>10</sup>. Con relación a esto, este consumo de energía *ad libitum* también es menor cuando los individuos realizan ejercicio intermitente de muy alta intensidad que cuando se realiza ejercicio continuo moderado. Este efecto tiene una duración de más de 24 h.

Por otro parte, con relación a la activación neuronal o respuestas neuronales alteradas por el ejercicio físico, existen diferentes estudios con resultados similares. En otro estudio, cuando se visualizan imágenes de alimentos con



**Tabla 6** Grelina acilada y saciedad después del ejercicio físico

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Heden et al. (2013) <sup>17</sup>	14 sujetos de PN (6 mujeres y 8 hombres) y 14 OB (8 mujeres y 6 hombres)  21-40 años	GC: no realizar ejercicio  GE: 1 hora de marcha (noche antes)	2 semanas	GC: no realizar ejercicio  GE: 1 hora de marcha en cinta a intensidad moderada (55-60% VO <sub>2</sub> máx)	La grelina acilada en ayunas fue un 18% menor (p = 0,03) en el GE en los sujetos de peso normal, comparado con el GC

GC: grupo control; GE: grupo experimental; OB: obesos; PN: peso normal.

**Tabla 7** Ejercicio físico y su influencia sobre el hambre y saciedad

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Holmstrup et al. (2013) <sup>8</sup>	11 sujetos obesos (3 mujeres y 8 hombres)  18-35 años	GC: no realizar ejercicio  Dos GE: INT y EX	3 días	GC: no realizar ejercicio  INT: ejercicio en cinta de 12 períodos de 5 min cada hora al 60-65% VO <sub>2</sub> máx  EX: ejercicio continuo en cinta al 60-65% VO <sub>2</sub> máx	Con relación al hambre existen diferencias significativas: es menor en INT, con respecto a EX (p < 0,05) Con relación a saciedad, esta es mayor en el GC e INT en comparación con EX (p < 0,05)

EX: ejercicio continuo; GC: grupo control; GE: grupo experimental; INT: ejercicio intermitente.

bajo contenido calórico, se produce un incremento de las respuestas de los sistemas de recompensa (centros en el sistema nervioso central que obedecen a estímulos específicos y naturales, regulados por neurotransmisores, que permiten al sujeto desarrollar conductas aprendidas que responden a hechos de desagrado o placenteros), y una disminución de ellas cuando se visualizan imágenes con alto contenido calórico<sup>13</sup>. En otro estudio, se afirma que el ejercicio altera la respuesta neuronal: la reduce tras visualizar imágenes relacionadas con comida<sup>14</sup>.

Por otro lado, con relación al ejercicio y la saciedad, existen diferentes investigaciones con resultados muy parecidos. Entre ellas, una afirma que cuando se realiza ejercicio físico, bien sea en ayuno o en condición posprandial, existe una mayor saciedad/satisfacción en comparación con los individuos que no realizan ejercicio. Además, también se aprecian diferencias en la saciedad/satisfacción, cuando el ejercicio se realiza en ayuno o en condición posprandial: los sujetos se sienten más saciados después de este último, en comparación con el realizado en ayunas<sup>15</sup>. En este contexto, en otro estudio con resultados similares se indica que la saciedad es mayor cuando se realiza ejercicio intermitente que cuando este es continuo<sup>8</sup>. Asimismo, en otro

estudio se afirma que la saciedad es mayor en ayunas y posprandial cuando se realiza ejercicio de alta intensidad y cuando no se realiza ejercicio<sup>16</sup>. Además, el apetito tampoco aumenta en ayunas y en condición posprandial cuando se realiza ejercicio moderado y de alta intensidad.

Con respecto a los cambios en los niveles de grelina producidos por el ejercicio físico, se pueden observar diversos estudios con resultados similares<sup>17</sup> en los que se afirma que la grelina acilada en ayunas se reduce cuando el ejercicio es realizado la noche anterior. Otro estudio confirma estos resultados: se produce una disminución de la grelina después de realizar ejercicio de resistencia y aeróbico. Además de esto, también se aprecian diferencias significativas con relación a la insulina preprandial, que son mayores en el grupo que realiza ejercicio de resistencia en comparación con el grupo control. De esta forma, se observa que el ejercicio disminuye la grelina y aumenta los niveles de insulina, ambas asociadas a una reducción en la ingesta alimentaria<sup>18</sup>. En otro estudio, también se produce una disminución de las concentraciones de grelina y un aumento del PYY después del ejercicio de alta intensidad<sup>13</sup>. En cambio, según otra investigación<sup>19</sup>, los niveles de grelina aumentan en sujetos obesos con una dieta normocalórica cuando estos realizan

**Tabla 8** Saciedad y apetito en ayunas y después del desayuno tras realizar ejercicio físico

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Rosenkilde et al. (2013) <sup>16</sup>	53 hombres con sobrepeso	GC: solo ingesta de comida  3 GE: MOD (30 min/día en cinta) y HIGH (60 min/día en cinta)	12 semanas	En el MOD y en el HIGH, se realizó una prueba gradual, con una carga inicial del 20% VO <sub>2</sub> máx (8 min), seguido de 5 incrementos del 30-70% VO <sub>2</sub> máx (3 min) hasta alcanzar 21 min con esta intensidad. El resto de la prueba se realizó al 60% VO <sub>2</sub> máx	La saciedad es mayor en ayunas y después del desayuno en el grupo que realiza HIGH en comparación con el GC (p < 0,001)  El apetito no aumenta cuando se realiza HIGH y MOD, ni en ayunas ni posprandial
20-40 años					

GC: grupo control; GE: grupo experimental; HIGH: ejercicio de alta intensidad; MOD: ejercicio moderado.

**Tabla 9** Cambios en la grelina y su relación con el tipo de dieta y ejercicio físico

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Santiago (2012) <sup>19</sup>	32 mujeres obesas	GC: dieta hipocalórica  GE: dieta normocalórica más ejercicio de intensidad moderada	12 semanas	GC: dieta hipocalórica del 20% menor a sus requerimientos  GE: dieta normocalórica del 20% menor a sus requerimientos más ejercicio de intensidad submáxima (60-70% de la FC)	En el GE se observa un mayor efecto en el incremento de niveles séricos de grelina (p = 0,004) con respecto al GC tratado solo con dieta hipocalórica
42,6 ± 9,0 años					

FC: frecuencia cardíaca; GC: grupo control; GE: grupo experimental.

ejercicio, con respecto a otros sujetos tratados solamente con dieta hipocalórica.

Con motivo de mejorar el estudio y como futura prospectiva de investigación, sería interesante que se desarrollaran trabajos en esta línea para poder determinar con mayor exactitud la influencia que tiene el ejercicio sobre la saciedad o el apetito en función de la intensidad.

La escala de Jadad, aunque ha sido desarrollada y validada para evaluar la calidad de los estudios realizados sobre el dolor, también ha sido utilizada extensivamente en otras áreas clínicas<sup>12</sup>. Actualmente, innumerables ensayos clínicos incluyen los ítems de la escala de Jadad en su metodología a fin de realizar un estudio con buena calidad metodológica. En este sentido, Herbison et al.<sup>13</sup> concluyeron

que la escala de Jadad puede o no ser sensible o no ser suficiente para distinguir entre diferentes niveles de calidad. Por lo tanto, la utilización de la escala de Jadad y su validez debe ser reevaluada para diferentes áreas de investigación.

En esta revisión el 100% de los artículos sí estaban aleatorizados. El 90% describen la secuencia de aleatorización; el 100% de los estudios seleccionados se describe como doble ciego y, además, se utiliza un método de cegamiento adecuado y con rigor científico. Con respecto a la descripción de las pérdidas en los estudios seleccionados, solo el 90% hacen referencia explícita.

Se concluye que, aplicando la escala Jadad en esta revisión científica, se obtiene una puntuación ECA de 4 puntos:



**Tabla 10** Consumo de energía *ad libitum* después de realizar ejercicio físico

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Sim et al. (2013) <sup>10</sup>	17 hombres obesos sedentarios  30 ± 8 años	GC  Tres GE: MC, HI y VHI	4 semanas	C: no realizar ejercicio  Ejercicio MC: 60% VO <sub>2</sub> pico  Ejercicio HI: 60 min min s 100% VO <sub>2</sub> pico y 240 min mins 50% VO <sub>2</sub> pico Ejercicio VHI: 15 min min s al 170% VO <sub>2</sub> pico y 60 min min s al 32% VO <sub>2</sub> pico	El consumo de energía <i>ad libitum</i> disminuye después del ejercicio HI y VHI en comparación con GC (p = 0,038 y p = 0,004, respectivamente) Este consumo de energía <i>ad libitum</i> también fue menor después del ejercicio VHI en comparación con MC (p = 0,028), durante más de 24 h

GC: grupo control; GE: grupo experimental; HI: intermitente de alta intensidad; MC: continuo moderado; VHI: intermitente de muy alta intensidad.

**Tabla 11** Ingesta total en la comida y cena después de realizar ejercicio físico

Autor y año	Muestra y edad	Diseño del estudio	Duración	Protocolo	Resultados
Thivel et al. (2012) <sup>12</sup>	15 chicos obesos adolescentes  13,5 ± 0,9 años	GC: no realizar ejercicio  2 GE: LIE y HIE	3 semanas	GC: no realizar ejercicio  LIE: 59 min de ejercicio en cicloergómetro (40% VO <sub>2</sub> máx) HIE: 30 min de ejercicio en cicloergómetro (75%VO <sub>2</sub> máx)	La ingesta total de energía (comida y cena) después de HIE fue 6-11% menor en comparación con LIE y GC (p < 0,05)

GC: grupo control; GE: grupo experimental; HIE: ejercicio de alta intensidad; LIE: ejercicio de baja intensidad.

esto nos indica una calidad metodológica aceptable para este tipo de estudio.

A modo de conclusión, los resultados del presente estudio exponen que la realización de ejercicio físico está relacionada con una disminución del hambre, apetito e ingesta de energía, principalmente cuando es moderado o de alta intensidad. Asimismo, el ejercicio físico genera ciertos cambios en las concentraciones de las hormonas relacionadas con la regulación del apetito, con un aumento de la leptina

y del PYY y una disminución de la grelina<sup>22</sup>. Por otro lado, con relación a la influencia que tiene el ejercicio en la activación de ciertas regiones del cerebro, se aprecia que, tras realizar ejercicio físico, los sistemas de recompensa del sistema nervioso central se incrementan cuando los individuos visualizan imágenes de alimentos bajos en calorías<sup>23,24</sup>. Por último, el ejercicio físico influye en las respuestas neuronales: las reduce tras la visualización de diferentes alimentos, disminuyendo así el apetito.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Conflicto de intereses

Sin conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Monereo S, Arnoriaga M, Omedilla YL, Martínez P. Papel de las bebidas fermentadas en el mantenimiento del peso perdido. *Nutric Hosp.* 2016;33:37–40.
2. Tárraga Marcos ML, Rosich N, Panisello Royo F J.M., Gálvez Casas A, Serrano Selva JP, Rodríguez-Montes JA, et al. Eficacia de las estrategias de motivación en el tratamiento del sobrepeso y obesidad. *Nutric Hosp.* 2014;30:741–8.
3. Acosta JA, Medrano G, Duarte G, González SR. Malos hábitos alimentarios y falta de actividad física principales factores desencadenantes de sobrepeso y obesidad en los niños escolares. *Culcyt.* 2014;54:81–90.
4. Tébar FJ, Garaulet M, García MD. Regulación del apetito: nuevos conceptos. *Rev Esp Obes.* 2003;1:13–20.
5. Rosa G, de Mello DB, Daoud R, Cruz L, Dantas EH. Concentración de leptina en adultos con sobrepeso sujetos a un entrenamiento concurrente. *Mot Hum.* 2010;10:95–102.
6. Sousa M, Brás-Silva C, Leite-Moreira A. The role of leptin in the regulation of energy balance. *Acta Med Port.* 2009;22:291–8.
7. Ozen S, Sonmez G, Yuktasir B, Yalcin H, Bugdayci G, Willems M. Efectos del ejercicio sobre las hormonas leptina y grelina acilada en varones entrenados. *PubliCE Premium.* 2010;12:20–30.
8. Holmstrup ME, Fairchild TJ, Kessler S, Weinstock RS, Kanaley JA. Satiety, but not total PYY, is increased with continuous and intermittent exercise. *Obesity.* 2013;21:2014–20.
9. Cintra DE, Ropelle ER, Pauli JR. Regulación central de la ingestión alimentaria y el gasto energético: acciones moleculares de la insulina, la leptina y el ejercicio físico. *Rev Neurol.* 2007;45:672–82.
10. Sim AY, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. High-intensity intermittent exercise attenuates ad-libitum energy intake. *Int J Obes.* 2014;38:417–22.
11. Farah NMF, Brunstrom JM, Gill JMR. Using a novel computer-based approach to assess the acute effects of exercise on appetite-related measures. *Appetite.* 2012;58:196–204.
12. Thivel D, Isacco L, Montaurier C, Boirie Y, Duche P, Morio B. The 24-h energy intake of obese adolescents is spontaneously reduced after intensive exercise: A randomized controlled trial in calorimetric chambers. *Plos One.* 2012;7.
13. Crabtree DR, Chambers ES, Hardwick RM, Blannin AK. The effects of high-intensity exercise on neural responses to images of food. *Am J Clin Nutr.* 2014;99:258–67.
14. Cornier M-A, Melanson EL, Salzberg AK, Bechtell JL, Tregellas JR. The effects of exercise on the neuronal response to food cues. *Physiol Behav.* 2012;105:1028–34.
15. Deighton K, Zahra JC, Stensel DJ. Appetite, energy intake and resting metabolic responses to 60 min treadmill running performed in a fasted versus a postprandial state. *Appetite.* 2012;58:946–54.
16. Rosenkilde M, Reichkendler MH, Auerbach P, Torang S, Gram AS, Ploug T, et al. Appetite regulation in overweight, sedentary men after different amounts of endurance exercise: A randomized controlled trial. *J Appl Physiol.* 2013;115:1599–609.
17. Heden T, Liu Y, Dellsperger K, Kanaley J. Acute aerobic exercise differentially alters acylated ghrelin and perceived fullness in normal-weight and obese individuals. *J Appl Physiol.* 2013;115:680–7.
18. Balaguera-Cortes L, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. Energy intake and appetite-related hormones following acute aerobic and resistance exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2011;36:958–66.
19. Santiago J. Modificación de los niveles séricos de grelina en mujeres con obesidad simple tratadas mediante actividad física aeróbica controlada y dieta hipocalórica. Tesis doctoral. México: Instituto Politécnico Nacional; 2012.
20. Lazarczyk MA, Lazarczyk M, Grzela T. Ghrelin: A recently discovered gut-brain peptide. *Int J Mol Med.* 2003;12:279–87.
21. Inui A, Asakawa A, Bowers CY, Mantovani G, Laviano A, Meguid MM. Ghrelin, appetite, and gastric motility: The emerging role of the stomach as an endocrine organ. *FASEB J.* 2004;18:439–56.
22. Robertson SA, Leininger GM, Myers MG. Molecular and neural mediators of leptin action. *Physiol Behav.* 2008;94:637–42.