



**PROgramas  
de Nutrición y  
Actividad  
Física para el  
tratamiento  
de la obesidad  
(PRONAF) DEP2008-  
06354-C04-01**

## INFORMACIÓN PRONAF

miércoles, 18 de marzo de 2009

Página | 1

**Facultad de Ciencias de la Actividad Física y  
del Deporte (INEF-Madrid)**  
Departamento de Salud y Rendimiento Humano.  
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

El **PRONAF** es un proyecto de investigación coordinado formado por 4 equipos de investigación independientes, pero bajo las directrices de su Investigador Principal, el Doctor Pedro J. Benito y que contempla una duración de tres años, desde 2009 hasta 2011.

### Componentes

En el presente proyecto participan las siguientes instituciones colaboradores o *partner's*:

1. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Coordinador.
2. Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).
3. Hospital Universitario de La Paz (HUP)
4. Instituto de Formación e Investigación Marqués de Valdecilla (IFIMAV).
5. Ente Promotor Observador (EPO): SPE – Explotaciones Deportivas de Majadahonda S.L. (SPE).

El primero de los grupos (UPM), es especialista en la cuantificación del gasto energético en actividad física y



su función principal será la de cuantificar el mismo durante las fases de este proyecto.



Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)

El segundo grupo (UCM) tiene una dilatada

experiencia en el desarrollo de herramientas informáticas y aplicaciones para el desarrollo de proyectos. Serán los encargados de diseñar el software para el cálculo del balance energético (nutrición vs gasto).

El tercer grupo está formado por el servicio de endocrinología del Hospital de la Paz, y cuentan con los sujetos para el estudio, y una dilatada experiencia en el tratamiento de la obesidad.



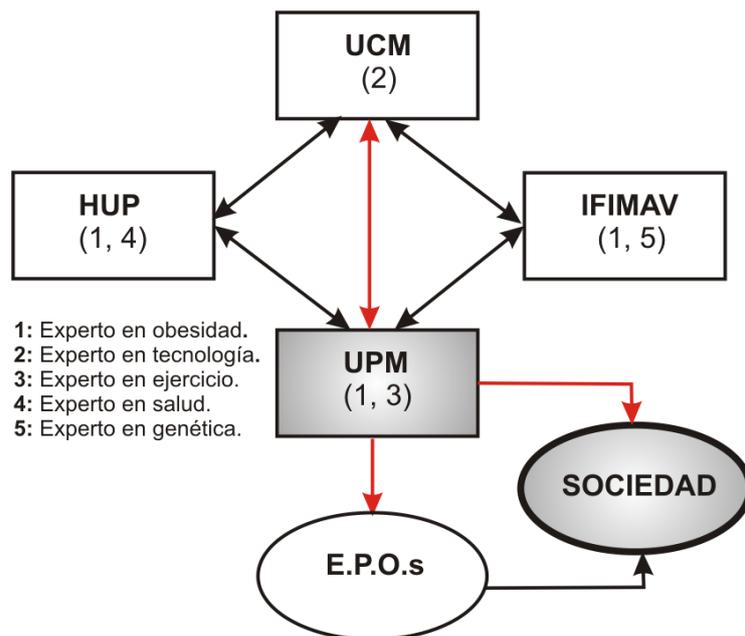
Las variables de confusión deben ser tenidas en cuenta para garantizar el adecuado desarrollo del proyecto. Este es el objetivo principal del cuarto grupo de investigadores (IFIMAV), realizar los análisis genéticos o de cualquier otro tipo que puedan comprometer los resultados del estudio.



Toda investigación tiene que tener un aspecto práctico de aplicación, y por tanto diferentes estamentos del mundo del fitness y la empresa relacionada con la salud, deben estar interesados en los resultados del presente proyecto. Este es el objetivo del Ente Promotor Observador, que tiene como objetivo ayudar a la explotación divulgativa de los

resultados del proyecto.

De manera general las relaciones que existen entre los diferentes componentes quedan explicadas en la siguiente figura.



## **El proyecto. Objetivos y duración.**

Durante el tiempo que durará este proyecto, se desarrollarán tres fases, cada una coincidiendo con un año de aplicación.

Los objetivos generales que se pretenden conseguir durante estas fases son:

- Descubrir cuáles son los **protocolos de entrenamiento más eficaces** y determinar qué tipo de ejercicio **combinado con dieta** es más adecuado para la intervención en obesidad.
- Establecer la relación de los marcadores relacionados con el **riesgo cardiovascular** (adipoquinas y perfil lipídico) y los diferentes protocolos de intervención propuestos.
- Describir **la influencia** de nueve **polimorfismos genéticos** (seleccionados por su relación con el gasto energético y el rendimiento físico) sobre el efecto de diferentes protocolos de entrenamiento.
- Determinar el grado de importancia de la **composición corporal** (masa grasa y masa muscular principalmente) en el **gasto energético total diario**.
- Establecer **pautas de intervención** nutricional y de ejercicio que puedan aplicarse en salas de entrenamiento públicas y privadas.

La duración y los objetivos de cada fase vienen recogidos en la siguiente tabla. Las primeras fases ya completadas, han servido para mostrar las relaciones entre las diferentes variables y para adquirir el conocimiento suficiente en la práctica de las herramientas que se utilizarán en las siguientes fases.

Muchas son las conclusiones de estas fases previas, pero podríamos resumirlas en que, por ejemplo el gasto energético de hombres y mujeres es muy diferente. La contribución anaeróbica en entrenamiento con cargas es muy elevada y finalmente la intensidad del esfuerzo en trabajo de fuerza resistencia puede ser estimada adecuadamente con un pulsómetro. Estos hallazgos han sido presentados de numerosos congresos internacionales y han dado como consecuencia diferentes artículos en revistas especializadas.

<b>FASE</b>	<b>Sujetos</b>	<b>Objetivos</b>
<b>FASE -II</b> <b>2007 acabada</b>	Voluntarios INEF	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Describir la relación entre las variables medidas durante el circuito.</li> <li>➤ Comparación del efecto de un circuito a distintas intensidades sobre el gasto energético.</li> <li>➤ Determinar el número de repeticiones y la intensidad a la que se produce la Fatmax.</li> <li>➤ Establecer las ecuaciones que permitan predecir el gasto energético basadas en la relación entre <math>F_{cd}</math> vs <math>VO_2</math>.</li> </ul>
<b>FASE -I</b> <b>2008 acabada</b>	Voluntarios INEF	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Evaluar el gasto energético aeróbico-anaeróbico.</li> <li>➤ Comparación hombres-mujeres con respuesta bioquímica.</li> <li>➤ Descripción de la respuesta a las intensidades de manera aislada.</li> </ul>
<b>FASE I</b> <b>2009 en proceso</b>	Voluntarios INEF	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mostrar la respuesta al protocolo de entrenamiento en función de diferentes criterios.</li> <li>➤ Intercalar diferentes ejercicios entre las estaciones del circuito para observar el efecto.</li> </ul>
<b>FASE II</b> <b>2010</b>	Voluntarios INEF y OTROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analizar en una población de voluntarios con ligero sobrepeso, los diferentes protocolos de entrenamiento en un estudio longitudinal de 16 semanas. Sólo dieta, dieta + ejercicio aeróbico, dieta + ejercicio con cargas, y las diferentes combinaciones.</li> <li>➤ Observar la respuesta en función del sexo.</li> </ul>
<b>FASE III</b> <b>2011</b>	OBESOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analizar en una población de Obesos grado I (IMC, 25-29 kg/m<sup>2</sup>), los protocolos de trabajo anteriores.</li> <li>➤ Observar la respuesta en función del sexo.</li> <li>➤ Evaluar la eficiencia de los diferentes programas en relación al coste-resultado del tratamiento.</li> <li>➤ Controlar la actividad física diaria y otras variables de confusión.</li> </ul>

En las siguientes páginas encontrará información más detallada sobre los aspectos científicos del proyecto.

Si tiene alguna pregunta sobre el mismo o desea más información, puede dirigirse al **Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo**, en la 7ª planta (despacho 702) de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte- Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte- INEF (C/ Martín Fierro nº 7, Ciudad Universitaria). También podéis enviar un correo electrónico a [pronaf.upm@gmail.com](mailto:pronaf.upm@gmail.com) o llamar al teléfono 913364070.

## Información Científica del proyecto

### Finalidad del proyecto

La preocupación por la salud en relación al sobrepeso y la obesidad en nuestra sociedad es una realidad bien tangible. La finalidad de este proyecto es proponer nuevas vías de intervención en adultos que hasta ahora han sido poco investigadas. Es frecuente que en el ámbito biomédico, el tipo de ejercicio más recomendado sea el cardiovascular o aeróbico y es claramente infrecuente la prescripción del entrenamiento con cargas. Ni el primero es la panacea ni el segundo debe desecharse, tal y como se ha ido observando en los últimos años. Debemos ampliar el conocimiento científico en un área en la que hasta ahora se ha incidido mucho sobre el entrenamiento cardiovascular y sus beneficios, pero no tanto sobre el entrenamiento con cargas o la combinación de ambos. Además, el proyecto que se presenta tiene el valor añadido de incorporar las más novedosas herramientas de tratamiento endocrinológico. Inducir en el tejido industrial más frecuente (la industria del fitness-wellness) la concienciación del ejercicio como medio de salud, integrando a sujetos en sobrepeso y obesidad entre sus clientes, se convierte en una finalidad más del presente proyecto. La facilidad en la accesibilidad, así como la fidelización que permite el entrenamiento personal, hacen de este proyecto el primero en nuestro país que intenta utilizar los gimnasios como un centro preventivo y curativo de salud, alejando la visión de preocupación por la imagen corporal. La posibilidad de implementar los resultados del presente proyecto en las instalaciones públicas y privadas ofrece una posibilidad de explotación de los resultados con un valor añadido, ya que supondría una importante contribución a este tipo de instalaciones.

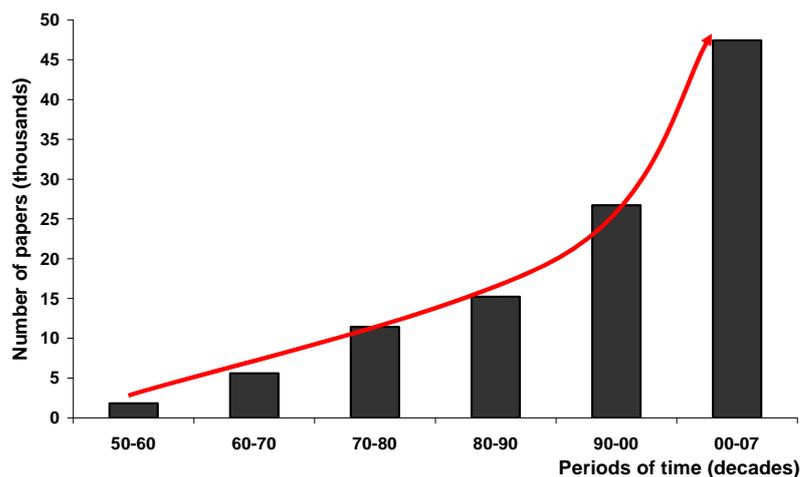


Figura 1. A partir de la base de datos Pubmed introduciendo la palabra "Obesity" por décadas <sup>[1]</sup>.

## **Antecedentes y estado actual de los conocimientos científico-técnicos**

El sobrepeso y la obesidad, en España y en el resto del mundo, se comienza a considerar como una epidemia, tal y como lo manifiesta la Organización Mundial de la Salud (OMS) que “...considera la obesidad como la gran epidemia del siglo XXI” <sup>[2]</sup>. La trascendencia del sobrepeso es tan importante que existen programas europeos de promoción, modificación y prescripción de estilos de vida saludables, que han incorporado a un amplio número de sectores comerciales, como por ejemplo la estrategia NAOS en España <sup>[3]</sup>. En el terreno científico se está desarrollando una enorme labor, existiendo proyectos europeos como el HELENA ([www.helenastudy.com](http://www.helenastudy.com)) o el IDEFICS, que han abordado la problemática sobre todo en niños y adolescentes.

El aumento de las tasas de obesidad en todos los grupos de población en los últimos 20 años en todo el mundo es un hecho contrastado y avalado por gran cantidad de datos publicados en la literatura científica. El aumento de la inquietud científica sobre los aspectos relacionados con el sobrepeso ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas. La figura 1, muestra sólo los artículos relacionados con la obesidad como patología en las últimas décadas, si bien es cierto que este efecto no es solamente debido al aumento del estudio de la obesidad si no también al aumento del número de publicaciones e investigación en general.

Sin embargo, las cifras que manejamos en la actualidad son alarmantes. En EEUU, aproximadamente 127 millones de adultos presentan sobrepeso, 60 millones son obesos y 9 millones tienen obesidad mórbida, lo que supone un 64,5%, 30,5% y 4,7% de la población mayor de 20 años, respectivamente <sup>[4]</sup>. En España, con un 14,5% de obesos adultos y 38,5 % con sobrepeso <sup>[5]</sup>, estamos algo por debajo de esas cifras.

Los tratamientos propuestos para disminuir los efectos de esta patología se encuentran divididos en quirúrgicos, farmacológicos y no farmacológicos. La actividad física como tratamiento de la obesidad es largamente conocida en la literatura científica <sup>[6-11]</sup>; sin embargo, existe divergencia sobre qué protocolos son más eficaces en la disminución de peso <sup>[12, 13]</sup> y grasa corporal.

Las **intervenciones** más populares en relación con la **nutrición** son, el ayuno, la restricción calórica controlada, que a su vez puede ser clasificada como semi-inanición o semi-ayuno y las dietas hipocalóricas, no existiendo estudios previos que hayan comparado la intervención de entrenamiento con cargas y los diferentes procedimientos nutricionales.

Es evidente que la forma de invertir el balance energético es aumentando el gasto con respecto a la ingesta calórica. Pero las investigaciones realizadas en los últimos años indican que esto no es tan

sencillo y debe ir mucho más allá, ya que no sólo influye el gasto calórico *per se*, si no el tipo de ejercicio y la respuesta metabólica que conlleva <sup>[8, 14-16]</sup>. La estimación del gasto energético junto con el aporte de energía a través de la ingesta de nutrientes representan las variables fundamentales del equilibrio energético determinantes para establecer pautas adecuadas de pérdida de peso en estos pacientes y controlar su seguimiento <sup>[17, 18]</sup>.

La pérdida de peso debe ir asociada a la pérdida de grasa corporal, algunos autores sugieren “...aumentar el empleo de los ácidos grasos como combustible, utilizando ejercicios con intervalos de descanso muy breves...” <sup>[19]</sup>. **El tipo de ejercicio que tradicionalmente se ha utilizado para combatir el sobrepeso ha sido el ejercicio aeróbico;** es decir, ejercicios submáximos de larga duración. El hecho de que sean submáximos se sustenta en que los ejercicios de alta intensidad o máximos producen justamente el efecto contrario al buscado, debido a la restricción del flujo en el tejido adiposo, además de que la concentración de lactato ha sido expuesta como un posible factor limitante de la tasa de aparición de los ácidos grasos libres en la circulación, además de otros factores limitantes de la utilización los mismos por la célula muscular, como los mitocondriales <sup>[19]</sup>. Por otro lado, el entrenamiento con cargas ha sido comparado en bastantes ocasiones con el cardiovascular, demostrando que los gastos energéticos durante la actividad deportiva son notablemente inferiores <sup>[13, 20-22]</sup>. Sin embargo, **el aumento del gasto energético el resto del día (ritmo metabólico basal y consumo de oxígeno postejercicio) son efectos exclusivos del entrenamiento con cargas** <sup>[12, 23-25]</sup>.

Los conceptos más relacionados con la intervención que proponemos son descritos a continuación:

- **Entrenamiento con cargas.** Puede definirse como el método especializado para mejorar la condición física que implica el uso progresivo de pesos para incrementar la fuerza y las consecuencias que esto conlleva.
- **Entrenamiento en circuito (Circuit - Training).** Conjunto de ejercicios dispuestos en un orden predeterminado y con un reducido tiempo entre estaciones, normalmente para desplazarse de un ejercicio al siguiente <sup>[26]</sup>.
- **Entrenamiento aeróbico o cardiovascular.** Ejercicio de leve intensidad y de larga duración que pretende sus efectos fundamentalmente en el sistema cardio-respiratorio y la composición corporal.

De forma general, y de acuerdo con la denominación adoptada, trabajo en circuito significa “un trabajo realizado de una forma continua con ejercicios que se suceden uno detrás de otro, atendiendo a

unas técnicas propias de ejecución. Presentan un principio y final bien definidos, y también un orden de ejecución preciso y determinado”. Algunas de las características que debe tener el entrenamiento en circuito para la pérdida de grasa son:

- Que se proponga este tipo de ejercicio como alternativa y no como norma, sobre todo en personas con evidente sobrepeso (IMC > 30 unidades)<sup>[9]</sup>.
  - Que la alimentación no contrarreste los efectos del ejercicio <sup>[27]</sup>.
  - Que el sujeto esté preparado física y mentalmente para realizar ejercicio intenso <sup>[9]</sup>.
  - Que el ejercicio intenso esté acompañado de ejercicios de recuperación activa de larga duración, para utilizar esa liberación masiva de ácidos grasos <sup>[19]</sup>.

Cuando se trata de saber qué tipo de ejercicio o intervención es más adecuado para la reducción del porcentaje de grasa corporal, existen varios trabajos que pueden arrojar luz sobre el asunto. Todos los investigadores que han comparado el entrenamiento de resistencia aeróbica con el de cargas, coinciden en afirmar que el primero afecta casi exclusivamente al componente grasa, mientras que el trabajo con cargas, además del grasa, también modifica el componente muscular de manera significativa <sup>[12, 17, 27-30]</sup>. De modo que, se puede intuir una ventaja del entrenamiento con cargas sobre el entrenamiento aeróbico en la pérdida de grasa; esto es, el aumento de otros componentes corporales relacionados con un nivel óptimo de salud. Hay gran número de evidencias que permiten sugerir que el entrenamiento con cargas es muy eficaz en el objetivo de disminución de peso grasa <sup>[9, 17, 27, 31-34]</sup>. Trabajos de investigación bastante recientes han demostrado que un entrenamiento cardiovascular y en circuito de musculación de 9 meses, combinado con un programa de leve restricción calórica, disminuye significativamente el peso grasa entre un 15-17 % en adolescente obesos <sup>[9]</sup>. Otro trabajo reciente e interesante de Izquierdo y colaboradores, ha demostrado que 16 semanas de entrenamiento aeróbico no disminuye el porcentaje de peso grasa, mientras que un entrenamiento con cargas y otro aeróbico más entrenamiento con cargas de la misma duración, sí producía disminuciones en el porcentaje grasa, además de una disminución generalizada de peso corporal, tan sólo con dos días de entrenamiento a la semana en hombres de edad media desentrenados y no obesos<sup>[35]</sup>. Existe un estudio en el que se compara la diferencia existente entre un trabajo realizado en bicicleta y otro de sentadillas, a una intensidad del 70 % del consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2max}$ ) y de 1 repetición máxima respectivamente. Los resultados del mismo demuestran que aunque en ciclismo se obtienen valores superiores de gasto energético y de consumo de oxígeno, las diferencias son lo suficientemente pequeñas como para considerar ambos trabajos útiles para cumplir los criterios de consumo energético

recomendados por la ACSM<sup>[36]</sup>. Aún así no existe ningún estudio controlado en obesos españoles tal y como se propone en el presente proyecto. En este sentido, se podría utilizar la potencia para calcular la intensidad del ejercicio. Éste es el punto en que se maximiza la relación fuerza frente a velocidad, obteniendo el punto de mayor eficiencia mecánica, pudiendo este hecho estar relacionado con el gasto energético. En una tesis reciente<sup>[37]</sup> este pico se encontraría en cargas entre el 30 y 90 % de una repetición máxima según el ejercicio y el estado de entrenamiento del atleta. La potencia mecánica depende del ejercicio utilizado, por lo que hay que calcular a través de diferentes procedimientos, cuál es la carga óptima para cada individuo y ejercicio. La cuantificación de la energía requerida así como sus fuentes de producción pueden apoyar la selección de estrategias adecuadas de entrenamiento, en función del objetivo perseguido, sobre todo cuando se sabe que la mayoría de los trabajos que han abordado este tema no han medido adecuadamente la contribución anaeróbica del mismo<sup>[13]</sup>. Además de lo visto hasta el momento, otra parte del gasto energético producido por el ejercicio lo encontramos en las horas posteriores al mismo.

El control del entrenamiento en la actualidad es otro de los asuntos que preocupan a los técnicos que trabajan diariamente con estos pacientes. En el entrenamiento cardiovascular la utilización de la frecuencia cardíaca es el medio más utilizado y eficaz, o como un porcentaje de la máxima<sup>[38, 39]</sup>, o como una proporción de la reserva (frecuencia cardíaca en reposo menos la máxima)<sup>[40]</sup>.

Muy pocos trabajos han demostrado la existencia de una relación entre la frecuencia cardíaca y la intensidad en el entrenamiento con cargas<sup>[41-43]</sup>, debido fundamentalmente a que durante el entrenamiento con cargas, si ésta es muy elevada, el reflejo de oclusión ventilatoria no permite una relación ventilación/perfusión que se ajuste a la demanda energética. Demostrar esta relación permitiría la posibilidad de controlar el entrenamiento (aeróbico y anaeróbico) a través de un simple y habitual cardiotacómetro.

Sin embargo la trascendencia de este proyecto, está más orientada a su relación con la salud y las patologías asociadas al sobrepeso, mucho más que hacia el control del entrenamiento. Por ejemplo, la obesidad, la diabetes tipo II, y muchas de sus patologías asociadas, están relacionadas con un estado de bajo nivel de inflamación debido a los niveles alterados de algunas citoquinas (**adiponectina, TNF- $\alpha$** , etc.) producidas en el tejido adiposo. El ejercicio físico es el tratamiento cada vez más estudiado para modificar estos niveles, estando demostrado que puede conseguir efectos beneficiosos en las concentraciones de estas proteínas. Su estrecha relación con el desarrollo de riesgo cardiovascular, las convierten en un objetivo de investigación muy relevante, en relación a las diferentes tipos de tratamientos<sup>[44, 45]</sup>. Los estudios tratan de aplicar a diferentes poblaciones (hombres, mujeres,

entrenados, no entrenados, obesos, hipertensos, etc.) diversos programas de entrenamiento (aeróbico, con cargas, combinaciones) y control nutricional para confirmar la hipótesis de que estas intervenciones son relevantes, y determinar cuál es la manera más eficaz de reducir el colesterol **LDL** y mejorar el **HDL**, es decir, modificar el perfil lipídico, además de las mejoras en la composición corporal y la reducción de los factores de riesgo de las patologías asociadas al sobrepeso.

Por otro lado, la obesidad es el resultado no sólo de los hábitos de vida, sino de éstos unidos a la determinación genética heredada <sup>[46, 47]</sup>. El número de genes y regiones cromosómicas implicados en la obesidad de origen poligénico son más de 430 <sup>[48]</sup>. Los polimorfismos en genes relacionados con el gasto energético, la adipogénesis o la resistencia a la insulina se relacionan con fenotipos de obesidad <sup>[46]</sup>, y pueden influir en el efecto que los hábitos de vida tienen en el sujeto. Uno de los hábitos que más puede influir en esta acumulación de grasa corporal es la actividad física regular, ya que todo movimiento corporal implica un aumento del gasto energético. Por ello, nuestro proyecto enlaza el efecto de la actividad física con determinados polimorfismos que han sido estudiados en relación con la obesidad y con el ejercicio físico <sup>[46, 49, 50]</sup>. Los genes relacionados con la actividad de las **catecolaminas** tienen especial interés para la obesidad debido al papel de estas moléculas en el gasto energético <sup>[46]</sup>. El receptor adrenérgico  $\beta_3$  está relacionado con la regulación de la lipólisis y la termogénesis <sup>[46]</sup>, y el receptor adrenérgico  $\beta_2$  se considera el principal receptor lipolítico de los adipocitos humanos <sup>[46]</sup>. Por lo tanto, es muy probable que personas con diferente carga genética para estos receptores presenten respuestas distintas ante el ejercicio, ya que éste es un importante activador del sistema nervioso simpático <sup>[51]</sup>. De hecho, diversos estudios han investigado ya la influencia de los polimorfismos de estos genes a la hora de reducir la grasa corporal mediante una intervención con ejercicio aeróbico, con dieta o con combinación de ambas, aunque no hayan comparado los efectos de diferentes programas de entrenamiento entre sí, ni el efecto del entrenamiento con cargas <sup>[50]</sup>. Otro gen muy relacionado con la obesidad es el que codifica al receptor de la leptina. Ésta es una hormona secretada principalmente por el tejido adiposo. Interviene en la regulación del peso corporal, inhibiendo la ingesta de comida y estimulando el gasto energético, y tiene relación con el índice de masa corporal y la masa grasa corporal <sup>[52]</sup>. En personas obesas se aumenta la secreción de leptina, al tener mayor cantidad de tejido graso, por lo que se baraja la idea de un fallo a nivel de receptores en estos casos. Por lo tanto cabría la posibilidad de que, al igual que ocurre con los receptores de insulina en la diabetes, la actividad de los receptores de leptina pueda verse modificada por el ejercicio. Además, es probable que esta modificación sea diferente en función del gen que codifique al receptor. Por otro lado, el polimorfismo de inserción/delección (I/D) del gen del **Enzima Convertidor de la**

**Angiotensina (ACE)**, se ha investigado extensamente relacionándolo con trastornos de la salud (patologías cardiovasculares, nefropatías, etc.), así como también en relación con el rendimiento deportivo <sup>[50]</sup>. Se ha visto una mayor presencia del alelo D en deportistas “esprínters”, mientras que el alelo I se ha asociado a un mejor rendimiento en resistencia cardiovascular <sup>[53]</sup>. Esto resulta en una respuesta al entrenamiento potencialmente determinada, en parte, por los alelos presentes en cada persona. Es decir, que un sujeto podría tener un mayor potencial de adaptación a un determinado tipo de ejercicio en función de su carga genética.

## Referencias:

1. NLM. *Pubmed data base*. [Web] 2007 02/08/07 [cited 2007; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed>.
2. Pereira-Cunill, J.L. and P.P. García-Luna, (2005) *Revista española de obesidad*. 3(1): 1-3.
3. Ministerio de Sanidad y Consumo, *Estrategia NAOS. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad*, ed. MSC. 2005, Madrid: MSC.
4. American Obesity Association. 2007 27/02/07 [cited 2007 27/02/07]; Available from: <http://www.obesity.org/>.
5. Neira, M. and M. de Onis, (2006) *Br J Nutr*. 96 Suppl 1: S8-11.
6. Kondo, T., I. Kobayashi, and M. Murakami, (2006) *Endocr J*. 53(2): 189-95.
7. Gerson, L.S. and B. Braun, (2006) *Med Sci Sports Exerc*. 38(10): 1709-15.
8. Byrne, N.M., et al., (2006) *Obesity (Silver Spring)*. 14(10): 1777-88.
9. Lazzar, S., et al., (2005) *Int J Obes Relat Metab Disord*. 29(1): 37-46.
10. Ekelund, U., et al., (2005) *Diabetes Care*. 28(5): 1195-200.
11. Lafortuna, C.L., et al., (2003) *J Endocrinol Invest*. 26(3): 197-205.
12. Pohlman, E., et al., (2002) *J Clin Endocrinol Metab*. 87(3): 1004-09.
13. Scott, C.B., (2006) *J Strength Cond Res*. 20(2): 404-11.
14. Candow, D.G. and D.G. Burke, (2007) *J Strength Cond Res*. 21(1): 204-7.
15. Lafortuna, C.L., et al., (2006) *Eur J Appl Physiol*. 97(1): 16-25.
16. Heilbronn, L.K., et al., (2006) *Jama*. 295(13): 1539-48.
17. Donnelly, J.E., et al., (2004) *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 18(6): 1009-29.
18. Hunter, G.R., et al., (2000) *J Appl Physiol*. 89(3): 977-84.
19. Bulacio, P. *Efectos del ejercicio sobre el metabolismo de los lípidos*. [www.sobreentrenamiento.com](http://www.sobreentrenamiento.com) 2005 22/11/05 [cited 14/11/05]; Available from: [www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/impresible.asp?Ida=543&tp=s](http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/impresible.asp?Ida=543&tp=s).
20. Jackson, N.P., M.S. Hickey, and R.F. Reiser, 2nd, (2007) *J Strength Cond Res*. 21(1): 289-95.
21. Vincent, H.K., C. Bourguignon, and K.R. Vincent, (2006) *Obesity (Silver Spring)*. 14(11): 1921-30.
22. Mayhew, J.L., et al., (2001) *J Sports Med Phys Fitness*. 41(1): 33-8.
23. Byrne, H.K. and J.H. Wilmore, (2001) *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 11(1): 15-31.
24. St-Onge, M., et al., (2007) *Am J Clin Nutr*. 85(3): 742-49.
25. Hurley, B.F. and S.M. Roth, (2000) *Sports Med*. 30(4): 249-68.
26. Murray, J.W., R.G. Donlick, and D.P. Thomas, (1989) *Med Sci Sports Exerc*. 21(2): S113.
27. Loucks, A.B., (2004) *J Sports Sci*. 22(1): 1-14.
28. Braun, W.A., W.E. Hawthorne, and M.M. Markofski, (2005) *Eur J Appl Physiol*. 94(5-6): 500-4.
29. Foster, C., et al., (2004) *Int J Sports Medicine*. 25: 198- 204.
30. Kraemer, W.J., et al., (2001) *Med Sci Sports Exerc*. 33(2): 259-69.
31. Volek, J.S., (2004) *Med Sci Sports Exerc*. 36(4): 689-96.
32. Slentz, C.A., et al., (2004) *Arch Intern Med*. 164(1): 31-9.
33. Lazzar, S., et al., (2004) *Obes Res*. 12(2): 233-40.
34. Kraemer, W.J., et al., (2004) *Med Sci Sports Exerc*. 36(4): 697-708.
35. Izquierdo, M., et al., (2005) *Eur J Appl Physiol*. 94(1-2): 70-5.
36. Bloomer, R.J., (2005) *J Strength Cond Res*. 19(4): 878-82.
37. Naclerio, *Tesis Doctoral*. 2006.

38. Hunter, G.R., D. Seelhorst, and S. Snyder, (2003) *J Strength Cond Res.* 17(1): 76-81.
39. Hiiilskorpi, H.K., et al., (2003) *Int J Sports Med.* 24(5): 332-6.
40. Swain, D.P., (2000) *Sports Med.* 30(1): 17-22.
41. Martín Caro, C. and P.J. Benito Peinado, (2007) *Apunts.* (En prensa).
42. Kang, J., et al., (2005) *J Strength Cond Res.* 19(2): 305-9.
43. Gotshalk, L.A., R.A. Berger, and W.J. Kraemer, (2004) *J Strength Cond Res.* 18(4): 760-4.
44. Fatouros, I.G., et al., (2005) *J Clin Endocrinol Metab.* 90(11): 5970-7.
45. Moreno, B., S. Monereo, and J. Álvarez, *La obesidad en el tercer milenio.* 3ª ed. 2004, Madrid: Editorial Panamericana.
46. Ochoa Mdel, C., A. Marti, and J.A. Martinez, (2004) *Med Clin (Barc).* 122(14): 542-51.
47. Santos, J.L., et al., (2005) *Rev Med Chil.* 133(3): 349-61.
48. Snyder, E.E., et al., (2004) *Obes Res.* 12(3): 369-439.
49. Phares, D.A., et al., (2004) *Obes Res.* 12(5): 807-15.
50. Rankinen, T., et al., (2004) *Med Sci Sports Exerc.* 36(9): 1451-69.
51. Calderón, F.J., *Fisiología aplicada al deporte.* 2001, Madrid: Tébar.
52. Bouassida, A., et al., (2006) *Journal of Sports Science and Medicine.* (5): 172-81.
53. Woods, D.R., S.E. Humphries, and H.E. Montgomery, (2000) *Trends Endocrinol Metab.* 11(10): 416-20.
54. Powers, S.K. and E.T. Howley, *Exercise physiology : theory and application to fitness and performance.* 4ª ed. 2001, Boston: McGraw Hill.
55. Wilmore, J.H. and D.L. Costill, *Fisiología del esfuerzo y del deporte.* 6ª ed. 2007, Barcelona: Paidotribo.
56. Winett, R.A. and R.N. Carpinelli, (2001) *Prev Med.* 33(5): 503-13.
57. Macaluso, A., et al., (2003) *J Appl Physiol.* 95(6): 2544-53.
58. Graves, J.E. and B.A. Franklin, *Resistance training for health and rehabilitation.* 2001, Champaign, IL: Human Kinetics. 418.
59. Beckham, S.G. and C.P. Earnest, (2000) *J Sports Med Phys Fitness.* 40(2): 118-25.
60. Hurley, B.F., et al., (1984) *Med Sci Sports Exerc.* 16(5): 483-8.