

# Explicación de un modelo integrador sobre la relación de causalidad entre la actividad física, la salud y el riesgo de muerte prematura

**MARTÍN GUSTAVO FARINOLA\***

*Licenciado en Actividad Física y Deporte.*

Laboratorio de Fisiología del Ejercicio y Biomecánica.

Instituto Superior de Educación Física nº 2 "Prof. Federico W. Dickens" (Buenos Aires)

**Correspondencia con autor**

\* [marfari@infovia.com.ar](mailto:marfari@infovia.com.ar)

## Resumen

La actividad física regular reduce el riesgo de muerte prematura debido a que ésta mejora los factores de riesgo de las enfermedades crónicas degenerativas típicas del mundo civilizado, retrasando o impidiendo su aparición. En este artículo queremos extendernos en el entendimiento de esta relación y explicar por qué la actividad física nos produce tantos beneficios, y por qué la actividad física actúa favorablemente sobre los factores de riesgo de tantas enfermedades. Encontramos que esto sucede, debido a que valores adecuados de actividad física habitual producen un amalgamamiento entre nuestro estilo de vida actual y el *natural* de nuestra especie, para el que nuestro genoma fue seleccionado a través del proceso de evolución.

## Palabras clave

Evolución genética, Evolución cultural, Patrón de subsistencia, Actividad física, Salud.

## Abstract

*Explanation of an integrative model about the cause relationship between physical activity, health and risk of premature death*

*Regular physical activity reduces risk of premature death because it improves typical degenerative chronic diseases of the civilized world risk factors, retarding or impeding its appearance. In this article we want to extend the understanding of this relationship and to explain why physical activity produces so many benefits, and why physical activity improves so many diseases risk factors. We found that it happens, because appropriate values of habitual physical activity produce an amalgamation between our current lifestyle and the natural one of our species, for which our genome were selected through the evolution process.*

## Key words

*Genetic evolution, Cultural evolution, Subsistence pattern, Physical activity, Health.*

## Introducción

Según una exhaustiva revisión bibliográfica coordinada por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC) publicada en 1996, entre otras conclusiones encontraron que:

*la Actividad Física reduce el riesgo de mortalidad prematura en general, y por enfermedades coronarias, hipertensión, cáncer de colon y diabetes mellitus en particular. La Actividad Física también mejora la salud mental y es importante para la salud de músculos, huesos y articulaciones* (U.S. Dpt. of Health Human Services, 1996, p. 4).

Recomiendan realizar actividad física moderada durante 30 minutos la mayoría de los días de la semana, pero aclaran que realizar más traerá beneficios adicionales.

Cuando nos preguntamos por qué una conducta tan sencilla puede traer tantos beneficios, encontramos en las publicaciones biomédicas que la actividad física actúa favorablemente sobre los principales factores de riesgo

de algunas enfermedades crónicas, esto es: aumentar el colesterol HDL, disminuir el colesterol VLDL, aumentar la masa muscular, disminuir la masa grasa, aumentar la densidad ósea, mejorar la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina, disminuir la presión sanguínea, disminuir la triacilgliceridemia, mejorar la función inmune y psicológica (U.S. Dpt. of Health Human Services, 1996; Goldberg, 1989; Pollock y cols, 2000; Pate y cols, 1995).

Hasta aquí hemos quitado las primeras tres capas de una metafórica cebolla, esto es la actividad física realizada en proporciones óptimas reduce el riesgo de muerte prematura (primera capa de piel de la cebolla), debido a que ella reduce el riesgo de aparición de las enfermedades crónicas principales causantes de muerte prematura en muchos países (segunda capa de piel de la cebolla), y esto sucede ya que la actividad física actúa favorablemente sobre los factores de riesgo de dichas enfermedades (tercera capa de la cebolla).



**Figura 1**

Planteamiento gráfico de la relación causal entre actividad física, salud y riesgo de muerte prematura, y del cuestionamiento acerca del origen de dicha relación.

Sin embargo el cuestionamiento no está del todo resuelto, todavía podemos profundizar más en este asunto y seguir pelando *la cebolla* un poco más. La actividad física nos hace funcionar mejor y esto disminuye considerablemente el riesgo de padecer muchas de las enfermedades crónicas del mundo civilizado, esto está claro; pero ¿por qué nos hace funcionar mejor? ¿Existe alguna razón por la que la actividad física nos siente tan bien? ¿O sólo fue un descubrimiento de la ciencia en las últimas décadas? (Fig. 1).

Para responder este cuestionamiento más profundo debemos mirar al pasado, pero bien al pasado, 2 millones de años atrás (MAA) o más. El propósito de este artículo es presentar la evidencia que sustenta que *evolutivamente fuimos hechos para correr*, y analizar

qué sucede cuando incurrimos en un comportamiento *antinatural* para nuestro diseño genético, como lo es el sedentarismo típico de los países tecnológicamente desarrollados y en desarrollo; y de este modo proponer un modelo explicativo que integra y ordena las diferentes causas de la relación entre actividad física, salud, y riesgo de muerte prematura.

## Nuestro patrón de subsistencia

En la *tabla 1* resumimos algunos datos de la evolución de los homínidos<sup>1</sup> que serán de utilidad para comprender el texto subsiguiente.

Todos los organismos vivientes en la Tierra están diseñados para subsistir en su entorno particular, si de

<sup>1</sup> Homínidos es un término que se refiere a cualquier grupo de primates más relacionado al género *Homo* que cualquier otro taxón de primates vivientes y que por lo tanto son posteriores al hipotético antepasado común del hombre y los grandes monos. Anatómicamente los homínidos se diferencian de los otros primates por el tipo de locomoción vertical y por poseer cráneos relativamente más grandes. La única especie viviente de los Homínidos es *Homo sapiens*, todas las demás se extinguieron. Si bien *H. sapiens* es un homínido no todos los homínidos fueron humanos. (UNJ, 1999, p. 3).

Homínido	Capacidad craneana (Mililitros)	Aparición (MAA)*
<i>Australopithecus afarensis</i>	400 a 500	5 a 2
<i>Homo habilis</i>	600 a 750	2 a 1,5
<i>Homo erectus</i>	850 a 900	1,7 a 0,5
<i>Homo heidelbergensis</i>	1.100-1.300	0,5 a 0,3
<i>Homo sapiens</i>	1.400 a 1.600	0,1 a hoy

\* MAA: millones de años atrás.

**Tabla 1**

Capacidad craneana de diferentes homínidos ordenados por momento de aparición (Datos tomados de Andrews y Stringer, 1999).

ahí los quitasen muchos individuos no lograrían sobrevivir, podríamos decir entonces que cada ser vivo cuenta con una anatomía y fisiología particular adaptada a sus patrones de subsistencia. ¿Escapa el ser humano a este fenómeno? La respuesta es *no*. Entonces ¿para qué patrones de subsistencia fuimos diseñados nosotros los *Homo sapiens*? ¿Para ir al supermercado?, ¿para pedir la comida por teléfono?, seguramente ninguna de ellas: “Al igual que los demás organismos, nuestros ancestros desarrollaron capacidades físicas, limitaciones y requerimientos propios de la especie a medida que competían con su entorno, y durante 2 millones de años, hasta la aparición de la agricultura 10.000 años atrás, los ancestros de los humanos fueron cazadores-recolectores” (Cordain, Gotshall, Eaton, Eaton, III, 1998); y aún hoy muchas comunidades aborígenes continúan viviendo de la caza y la recolección de alimentos. Esto fue posible ya que para sobrevivir la evolución nos ha facilitado recursos que nos permitieron cazar y recolectar, ambas actividades que demandan un alto esfuerzo físico y el consecuente gasto energético.

Teniendo en cuenta que nunca hemos tenido ni garras ni grandes dientes afilados, la naturaleza nos proporcionó otros recursos que nos permitieron subsistir en un entorno cada vez más agresivo como el que nos tocó enfrentar. La evidencia sugiere que en este entorno, el este africano, zona considerada como “el gran teatro de operaciones y escenario de las mayores innovaciones hominoideas” (Andrews y Stringer 1999, p. 246), tuvo lugar un pronunciado cambio de clima orientado hacia la aridez, lo que produjo bosques cada vez menos espesos y posteriormente grandes sabanas que se mantienen hasta hoy en día. Se estima que estos cambios se han sucedido e intensificado 2,8 MAA, 1,7 MAA, y 1 MAA, y esto ha producido un importante cambio en la fauna local en favor de especies adaptadas a la aridez (DeMeno-

cal, 1995). Ante semejante cambio de circunstancias, las especies habitantes de dicho lugar contaron con las tres opciones típicas: *desplazarse, cambiar, o morir*; y por suerte algunos de nuestros antepasados no eligieron esta última. Las nuevas reglas de juego consistían en escasez de alimentos nutritivos y grandes superficies soleadas por recorrer para encontrarlos, reglamento natural que tuvimos que padecer, en mayor o en menor medida, durante 2 millones de años hasta el descubrimiento de la agricultura.

¿Cómo pudimos sobrevivir a tremendo desafío? La respuesta se halla en cómo nuestro organismo se ha adaptado a dichas circunstancias, qué modificaciones sufrió nuestro diseño genético para que podamos sobrevivir. Y el resultado de tanta lucha es la genética que tenemos hoy. Evolutivamente, 10.000 años de relativo asentamiento debido a que aprendimos a producir alimentos (agricultura y ganadería) no significan mucho al lado de los 2 millones de años de *correr para vivir*, estos últimos 10.000 años de cuasi sedentarismo sólo significan el 0,5 % de la existencia del género *Homo*. El proceso de evolución hizo que fuésemos adquiriendo nuevas formas y conductas que nos permitieron subsistir en un entorno cada vez más árido y falto de alimento durante los últimos millones de años. En el camino han quedado formas de vida homínida cuyas características no han sido lo suficientemente exitosas como para atravesar semejante aventura y sufrieron la inexorable extinción.

Parte de las adaptaciones que nos han permitido subsistir son aquellas que nos posibilitaron recorrer largas distancias en busca de alimentos, sólo los sujetos que tenían semejante capacidad han podido sobrevivir, quienes no, quedaron en el camino. A su vez, estos individuos más capaces que han podido sobrevivir eran quienes tenían más posibilidades de reproducirse y transmitir esas mismas capacidades a sus descendientes (*selección natu-*

ral).<sup>2</sup> De esta manera con el correr de las generaciones y los cientos de miles de años se fue moldeando nuestra configuración genética, que según los expertos ha sufrido pocas modificaciones en los últimos 50.000 años. “La conformación genética del hombre y mujer contemporáneos ha cambiado relativamente poco en estos últimos 50 milenios a pesar del enorme cambio social producido por la agricultura y la industrialización” (Cordain y cols., 1998). Genéticamente aún somos cazadores-recolectores de la Edad de la Piedra Antigua (*Paleolítico*: período que abarcó casi la totalidad de la existencia del género *Homo*), sólo que estamos viviendo en un mundo bastante diferente de aquel para el que nuestra conformación genética fue seleccionada (Eaton, Konner y Shostak, 1988). Este patrón de subsistencia (cazador-recolector) implica la consecución de dos ciclos: *atracción-hambruna* y *actividad física-descanso*. Y se operacionalizan de la siguiente manera: gran nivel de actividad física, durante el cual no hay provisión de comida, hasta dar con el alimento, y en ese momento pasamos a gran ingesta de nutrientes mientras descansamos hasta iniciar nuevamente el ciclo (Chakravarthi y Booth, 2004). De este modo el esfuerzo físico y la alimentación estuvieron íntimamente relacionados durante mucho tiempo.

Para sobrevivir en estas circunstancias es que estamos diseñados, sin embargo recientemente en comunidades tecnológicamente desarrolladas este ciclo natural se rompió debido a que tenemos alimento permanentemente a nuestro alcance y a que no necesitamos realizar actividad física para conseguirlo. Por lo que actualmente sólo tenemos un ciclo: *atracción-descanso*.

Resultado: tenemos un organismo capaz de enfrentar la escasez temporaria de alimentos y preparado para recorrer largas distancias, pero en sociedades industrializadas lo sometemos al descanso casi permanente y al suministro de alimentos (muchas veces de mala calidad) también casi permanente. O lo que es lo mismo: *nuestros patrones de subsistencia actuales en sociedades industrializadas no son funcionales a nuestro diseño anatómico-fisiológico*. Por lo que podemos afirmar que existe

un defasaje entre nuestro diseño genético y nuestro estilo de vida actual; a este defasaje se lo llama *defasaje genético-cultural* (Eaton, Cordain y Lindeberg, 2002a). Más adelante retomaremos este tema, veamos ahora la evidencia que sustenta que estamos diseñados para llevar a cabo grandes niveles de esfuerzo físico en nuestra vida cotidiana.

## ¿Fuimos hechos para correr?

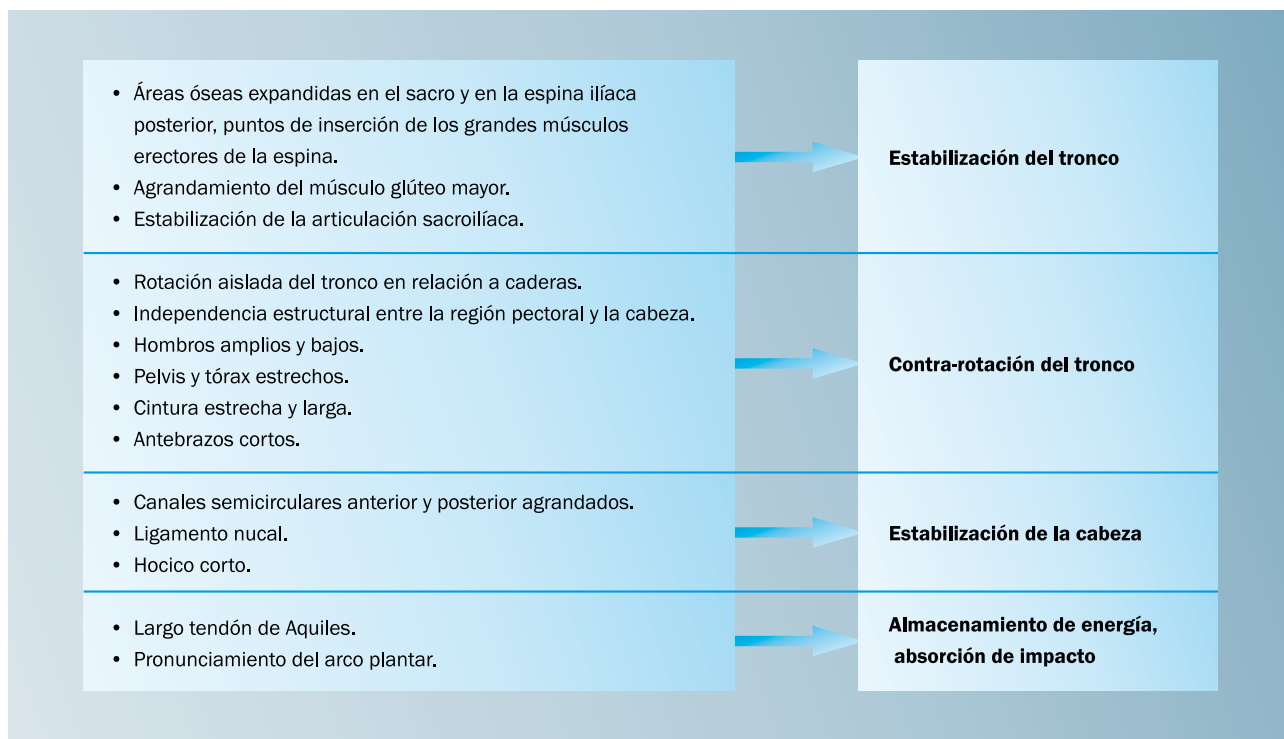
### Características anatómicas que benefician la carrera de resistencia

Los análisis óseos nos permiten inferir que en estos últimos 2 millones de años nuestro esqueleto se fue adaptando desde uno trepador y caminante en *A. afarensis*, a uno corredor y caminante en *H. sapiens*. Esto ha sido estudiado recientemente por Dennis Bramble y Daniel Lieberman (2004), quienes sugieren que durante la evolución del género *Homo* se desarrolló la habilidad de tener una carrera de resistencia (CR) ventajosa, y que ningún otro primate cuenta con la CR que tiene el hombre (y además es poco común encontrarla en otros mamíferos cuadrúpedos). Como prueba de ello han enumerado una serie de características anatómico-fisiológicas que sólo aparecen (o están más pronunciadas) en *Homo* y que favorecen la CR. (Fig. 2)

Otras modificaciones presentes en *Homo*, aunque también son útiles para la marcha, benefician más el rendimiento de la CR, por ejemplo: miembros inferiores largos (aumento de longitud de zancada), pie más compacto (disminución de la masa distal, ahorro metabólico), aumento de superficies articulares de miembros inferiores (disipación del impacto), corto cuello femoral (disipación de impacto). Todas los caracteres mencionados aparecen en *H. habilis* o en *H. erectus* (Bramble y Lieberman, 2004), lo que sugiere que la necesidad de correr es propia de nuestro género y esto nos hizo como somos hoy, al menos en gran parte de nuestra anatomía. De no haber necesitado estas modificaciones para sobrevivir difícilmente hubiésemos evolucionado en este sentido.

<sup>2</sup> La *selección natural* es uno de los principales mecanismos por los cuales las especies cambian hacia formas genéticas más ventajosas para su subsistencia (evolución), y fue descrito por primera vez por Charles Darwin en 1859. David Quammen (2004, p. 8) lo explica así:

*La esencia del concepto es que pequeñas diferencias fortuitas y hereditarias entre los individuos se traducen en diferentes oportunidades de supervivencia y reproducción –éxito para algunos, muerte sin descendencia para otros– y que esta selección natural conduce a cambios importantes en la forma, el tamaño, la fuerza, las armas, el color, la bioquímica y la conducta de los descendientes. El crecimiento excesivo de la población incita a la lucha competitiva. Puesto que los competidores menos exitosos producen menos crías que sobrevivan, las variaciones inútiles o negativas tienden a desaparecer, mientras que las útiles tienden a ser preservadas e incrementadas gradualmente por toda una población* (Quammen, 2004, p. 8).



**Figura 2**  
Características anatómicas de *H. sapiens* que benefician la CR, y en qué la benefician (Datos tomados de Bramble y Lieberman, 2004).

### Características fisiológicas que benefician la carrera de resistencia

Tan importante como un esqueleto apto para correr es un mecanismo fisiológico que lo permita llevar a cabo. ¿Tenemos los *H. sapiens* características fisiológicas propias de nuestra especie que nos permitan tener una CR exitosa? David Carrier (1984) enumera una serie de características fisiológicas que hacen que el hombre sea uno de los mamíferos más resistentes que hay sobre la Tierra, veámoslo.

La carrera en bipedestación, a diferencia de la cuadrupedia, permite tener los miembros delanteros/superiores libres, y de esta manera al no hacer contacto con el suelo no hay compresión de la caja torácica y por lo tanto no hay interferencia sobre el ciclo respiratorio, permitiendo que el ingreso de oxígeno sea independiente del ciclo de pasos.

Otro aspecto que influye en la resistencia es la termorregulación. El elevado gasto de energía durante la carrera genera una elevada carga calórica, recordemos que normalmente entre el 60 y el 70 % de la energía total del cuerpo humano se degrada a calor (Wilmore y Costill, 1999). La termorregulación durante la carrera

es sumamente eficaz en el hombre. Esto se debe a nuestra gran capacidad de *sudar*, ya que ésta, a diferencia del jadeo propio de la mayoría de los medianos y grandes mamíferos, es un mecanismo independiente del ciclo respiratorio, y le aporta mayor superficie evaporativa. La *sudoración* se tornó tan importante que, en el hombre durante el ejercicio, el 80 % del calor producido es disipado por evaporación (Wilmore y Costill, 1999). Parece ser que ninguna otra especie *suda* tanto como el hombre por unidad de superficie. Esto sería resultado de la combinación de glándulas sudoríparas bien desarrolladas y de la escasez de vello corporal (Cordain y cols., 1998; Carrier, 1984). La disminución de pelo corporal fue otra adaptación sumamente ventajosa para poder soportar largas travesías, sobre todo en la carrera, en donde se pierde más calor por conducción y convección al haber mayor circulación de aire alrededor del cuerpo. Los animales con espesos pelajes tienen dificultades para disipar calor generado por el ejercicio, ellos no experimentan un aumento en la convección durante la carrera.

El humano cuenta con otra ventaja aún, y es que para cubrir una determinada distancia corriendo, tiene el mismo gasto energético a diferentes velocidades [aproxima-

damente 1 kcal/kg/km corriendo a cualquier velocidad entre 8 y 22 km/h (McArdle, Katch y Katch, 1990)]. Por ejemplo, una persona de 70 kg de peso corporal invertiría 112 kcal en recorrer una milla en terreno horizontal, así lo haga a 8, 9, 15 ó 22 km/h. Esta característica no la tienen otros mamíferos; ellos tienen un rango de velocidades económicas de carrera más reducido, por lo tanto dicho rango es más amplio en el humano (Bramble y Lieberman, 2004). Esto nos podría dar ventaja a la hora de perseguir un animal, permitiéndonos seleccionar de entre una amplia gama de velocidades la que más costo energético le produzca a nuestra presa, quien no tiene el mismo patrón metabólico, para así cansarla y dar con ella.

Sin embargo para sobrevivir a los períodos de hambruna y poder seguir realizando actividad física a pesar de no comer seguido, se hizo necesario contar con alguna otra característica.

### Almacenamiento de energía

Desde que *A. afarensis* comenzó a caminar por el este africano los espacios fueron cada vez más abiertos y calurosos, y las distancias cada vez mayores entre una fuente de alimento y la otra. Las fuentes de alimento pasaron de estar agrupadas a estar dispersas. Lo más probable es que *A. afarensis*, y más aún sus predecesores (las especies integrantes del género *Homo*), no hayan conseguido fuentes de alimento nutritivas muy seguido, y que cuando la conseguían atracaban todo, cuando se agotaba continuaban la deambulación (ciclos *atración-hambruna* y *actividad física-descanso*). Con este patrón de comportamiento se tuvo que haber hecho indispensable algún mecanismo de ahorro de energía que les permita sobrevivir a largas hambrunas. Justamente estos períodos de hambruna parecieron ser un poderoso agente de selección natural en nuestra evolución bio-cultural, favoreciendo a los individuos con capacidad de almacenar energía y de esta manera mejorando las posibilidades de sobrevivir en dichos períodos (Kissebah y Krakower, 1994).

Veamos cómo la naturaleza resolvió esta cuestión. Las grasas constituyen la forma más concentrada de proveer y almacenar energía química potencial. Ya que, por un lado el contenido de agua de los depósitos grasos es muy reducido en comparación con el de glucógeno, y por el otro su valor calórico es más del doble que el de los carbohidratos y proteínas (9 kcal por gramo para las grasas y 4 kcal por gramo para los carbohidratos y

proteínas) (Blanco, 2004). Esto nos permite almacenar mucha energía ocupando poco espacio. Además no hace falta comer grasa para almacenar grasa, sino que ésta también se puede formar a partir de la ingesta de azúcares (Blanco, 2004). El ser humano actual es el primate que con más reservas de grasa nace, aproximadamente una tercera parte del peso corporal al nacer es tejido adiposo (Baker, 1969), y es uno de los mamíferos que con más reservas de grasa cuenta (Kissebah y Krakower, 1994). “Esta característica la debimos de adquirir evolutivamente la primera vez que nuestros antecesores se enfrentaron a períodos prolongados de escasez de alimentos, cuando para la supervivencia en esas condiciones de precariedad energética la selección natural nos dotó de la capacidad de cargar con una abundante reserva de combustible.” (Campillo Álvarez, 2004, p. 97).

Pero ¿cómo fue posible que comenzáramos a almacenar tanta energía cuando antes de *A. afarensis* no lo necesitábamos?

Según Campillo Álvarez (2004) esto fue posible gracias a que ciertos seres contaron con un mecanismo llamado *sensibilidad diferencial a la acción de la insulina*. Veamos brevemente en qué consiste según el autor. No todos los tejidos tienen la misma sensibilidad a la insulina; especialmente el músculo esquelético desarrolló una determinada resistencia a la insulina, mientras que el resto de los tejidos se mantenía sensible a esta hormona. En este contexto, y ante el ingreso de abundante alimento (cada vez que lo encontraban), la insulina encontraba dificultad para ingresar glucosa dentro de los músculos en reposo por lo que dicha glucosa podía ser utilizada por el resto de los tejidos, especialmente el tejido adiposo quien posee una capacidad ilimitada de acumular glucosa transformada en grasa dentro de sus células (adipocitos). Cada vez que nuestros ancestros encontraban comida, ellos comían a más no poder (patrón *atración/hambruna*), una vez cubiertas las necesidades del cerebro y al encontrar dificultades para ingresar a los músculos en reposo, la glucosa sobrante se dirigía al tejido adiposo y así engrosaba las reservas energéticas en forma de grasa.

La insulina incrementa también el ingreso de glucosa al hígado. A partir de dicha glucosa, y una vez repletas las reservas de glucógeno hepático (5 a 6 % de su masa), se comienzan a sintetizar ácidos grasos en los hepatocitos, que luego serán también enviados al tejido adiposo a través de la sangre o de las lipoproteínas en forma de triacilglicérols para así incrementar las reservas energéticas (Guyton, 1990).

Patrones de subsistencia	Población	Edad promedio (años)	$\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)
Cazadores-recolectores	Esquimales de Igloodik (Canadá)	29,3	56,4
	San del Kalahari (sur de África)	Varones jóvenes	47,1
Horticultores rudimentarios	Indios Warao (Venezuela)	Varones jóvenes	51,2
	Lufas (Nueva Guinea)	25	67,0
Simples agricultores	Indios Tarahumara (México)	29,8	63,0
Pastores	Lapones de Kautokeino (Finlandia)	25-35	53,0
	Masai (Tanzania)	32-43	59,1
Occidentales industrializados	Canadiense caucásico	20-29	40,8
	Canadiense caucásico	30-39	38,1
	Canadiense caucásico	40-49	34,9

**Tabla 2**

Consumo Máximo de Oxígeno en diferentes poblaciones (Modificado de Eaton y cols., 1988).

No todos los seres poseían este mecanismo de almacenamiento energético, pero los seres portadores del mismo eran quienes tenían más posibilidades de subsistir, por lo tanto de reproducirse y de esta manera transmitir este *genotipo ahorrador*<sup>3</sup> a sus descendientes (*selección natural*). Marcelo Rubinstein (2003), experto en genética molecular, nos da el siguiente ejemplo:

*Imaginémonos la travesía de una tribu que tenía que migrar de una zona en donde no había agua. Pensemos que hay cierta variedad genética en esa población y que hay mujeres que están llevando crías que están amamantando. ¿Cómo produce leche la madre en ausencia de alimentos? Consumiendo sus propios depósitos grasos. Aquella madre que tenía una genética más apta para retener esos depósitos –la energía comida anteriormente y que podía ser utilizada a posteriori– pudo mantener a su cría viva, y por supuesto, sus genes se mantienen a partir de su descendencia (Rubinstein, 2003, p. 33).*

Según Campillo Álvarez este mecanismo se comenzó a dar en *A. afarensis*, debido a la discontinuidad tem-

poral en el suministro de alimento. Discontinuidad que persistió, en mayor o menor medida, a lo largo de millones de años, hasta que algunos *H. sapiens* comenzaron a dominar la ganadería y la agricultura 10.000 años atrás aproximadamente.

Por otro lado encontramos que una relativa cantidad de grasa corporal acumulada en las mujeres parece incrementar el tiempo de vida reproductivo, confiriéndoles una ventaja social al aparentar salud y fertilidad (Kissebah y Krakower., 1994). Esto pudo favorecer a que el apareamiento sea más frecuente con este tipo de hembras, y por supuesto su *genotipo ahorrador* se transmitía a sus descendientes. Esta tendencia de los hombres a sentirse atraídos por mujeres de mayor masa corporal permanecería hasta nuestros días. En un estudio citado por Kay (2000) encontraron que las mujeres creen que los hombres prefieren mujeres con un físico más delgado que el que en realidad ellos prefieren. Por ejemplo, las mujeres de este estudio creían que lo ideal sería tener un Índice de Masa Corporal (IMC = peso[kg]/talla[m]<sup>2</sup>) de 18 y que

<sup>3</sup> La hipótesis del *genotipo ahorrador* fue introducida por James V. Neel en 1962, la misma trata de explicar el origen de la diabetes tipo 2. Un disparador insulínico veloz ha sido ventajoso para las comunidades primitivas de cazadores-recolectores, con sus típicos ciclos alimentarios intermitentes (*atracción-hambruna*), para almacenar energía en el tejido adiposo y así poder conservar el preciado glucógeno hepático. Pero actualmente con la sobrealimentación que existe en naciones tecnológicamente avanzadas (*atracción sin hambruna*), este genotipo sería el causante de la aparición de desórdenes metabólicos que culminan en el padecimiento de diabetes (Neel, 1999).

los hombres preferían a mujeres con un IMC de 19. El real medido en esas mujeres fue 21, y cuando se consultó a los hombres ellos prefirieron a mujeres con 25.

Todas estas evidencias hacen pensar que en algún punto la CR y el almacenamiento de energía han sido sumamente útiles para la subsistencia de nuestros ancestros (nos permitió alcanzar alimento principalmente y también conseguir refugio o huir de algún desastre natural), y por lo visto los pasos seguidos por la secuencia evolutiva han podido resolver esta cuestión.

Es importante remarcar que todas estas características anatómo-fisiológicas se mantienen aún hoy en los actuales *H. sapiens*.

### Actuales cazadores recolectores

¿Podríamos comprobar hoy si las hipótesis aquí planteadas en función de los análisis óseos, geológicos, climatológicos y paleontológicos, son verdaderas? Para poder hacerlo tendríamos que tener la máquina del tiempo y observar una semana típica de un *H. sapiens* del paleolítico superior (período que finalizó hace aproximadamente 11.000 años) y ver que sucede, o revivir algún individuo de dicha época y estudiarlo. Ninguna de estas posibilidades parece posible de concretarse, sin embargo actualmente existen comunidades que subsisten gracias a la caza y la recolección de alimentos, o sea con patrones de subsistencia tradicionales similares a los del paleolítico. ¿Podemos a través del estudio de estas comunidades inferir el estilo de vida del paleolítico superior? Si bien es una evidencia imperfecta e indirecta, es lo más cerca que podemos llegar a observar actualmente dicho estilo de vida y sus consecuencias.

Si el estilo de vida tradicional para el que fuimos seleccionados implica, como vimos anteriormente, un gran esfuerzo físico, entonces dichas comunidades tendrían que tener elevados valores de aptitud física. La *tabla 2* nos muestra una recopilación de diferentes autores que estudiaron la aptitud cardiorrespiratoria de aborígenes y que fue construida por Boyd Eaton y cols. (1988); al final de la misma se muestran datos actuales de sujetos occidentales industrializados. Hallazgos similares se encontraron al comparar el pliegue cutáneo tricípital (cuantificación de tejido adiposo subcutáneo acumulado en la región posterior del brazo) entre tribus con patrones de subsistencia tradicionales y occidentales industrializados. En promedio estos últimos tienen un pliegue tricípital del doble que los primeros (Eaton y cols., 1988).

Evidentemente el estilo de vida cazador-recolector, que es el estilo de vida que tuvimos cuando se forjó nuestro diseño genético actual, demanda niveles de actividad física elevados. Elevados valores de aptitud cardiorrespiratoria nos mejoran la calidad y cantidad de vida justamente porque son los valores naturales para nuestro organismo, en todo caso lo *no natural* sería tener valores bajos de aptitud física como los que se suelen encontrar actualmente en población general. Una evidencia de esto surgiría de urbanizar (sin medir consecuencias) a una comunidad con estilo de vida tradicional y ver que sucede con su aptitud física. Lamentablemente esto sucedió y sigue sucediendo.

Los cambios sufridos en este sentido por una comunidad de Inuits, en Igloodik (un pequeño asentamiento islándico en Territorios Noroeste en Canadá), fueron registrados por Andris Rode y Roy Shephard en un estudio longitudinal de 20 años (Rode y Shephard, 1994). Las actividades propias de esta comunidad que permitían su subsistencia (cazar, pescar, atrapar con trampas) demandaban un elevado gasto energético total diario (GET). Este estilo de vida activo fue asociado con elevados niveles de  $\dot{V}O_2\text{max}$  y fuerza muscular, y con bajo grosor de pliegues cutáneos, características que fueron registradas en el primer examen en 1969/1970. En 1979/1980 y en 1989/1990 el mismo grupo de investigadores, con las mismas herramientas y los mismos protocolos realizaron las mismas evaluaciones a la misma cantidad relativa de pobladores (50 % de la población) utilizando el mismo protocolo de reclutamiento de voluntarios. El número de casos (habitantes evaluados) fue distinto en las tres oportunidades, debido a que la población fue aumentando en cantidad de habitantes a lo largo del seguimiento.

Los resultados fueron notorios, se observó un marcado descenso de la aptitud física (menores valores de  $\dot{V}O_2\text{max}$  y fuerza muscular, y pliegues cutáneos más voluminosos) en ambos sexos y todas las franjas etarias en el transcurso de los 20 años. Los valores de  $\dot{V}O_2\text{max}$  y pliegues cutáneos en el último relevamiento (1989/1990) fueron similares a los de cualquier centro urbano canadiense. Esta disminución de la aptitud física coincidió con un cambio en el estilo de vida de los pobladores de Igloodik, un cambio que fue desde un estilo de vida tradicional físicamente activo a uno más urbano y sedentario. En la *tabla 3* observamos cómo se cuantificó este cambio en el estilo de vida.

El arribo a Igloodik de maquinaria que reemplace la labor humana, como así también artefactos que contri-



Artefactos y recursos	Período	
	1969/1970	1989/1990
Motos de nieve	30-35	160-170
Perros de tracción	500	pocos
Botes a motor de 15-20 kw de potencia	20	0
Botes a motor de 30-150 kw de potencia	0	90
Automóviles privados y camiones	0	9
Vehículos todo terreno	0	78
Servicio de taxi local	no	sí
Televisores en casa de familia	0	134
Videocasetas	0	89
Máquinas de juegos por computadora	0	100



**Tabla 3**

Cantidad de artefactos y recursos relacionados con un estilo de vida urbano en dos momentos distintos del seguimiento en la población de Igloodik (Datos tomados de Rode y Shephard, 1994).

buyan a pasar el tiempo libre sentado o recostado, ha favorecido la adopción de un estilo de vida más sedentario en sus pobladores. “La progresiva pérdida de fuentes tradicionales de actividad física habitual parece ser la más lógica explicación de la tendencia a la disminución de la aptitud física dentro de la comunidad” (Rode y Shephard, 1994, p. 523). Esto no sería tan serio si no supiéramos que, además de mejorar la calidad de vida, valores adecuados de aptitud cardiorrespiratoria disminuyen el riesgo de padecer muerte prematura por toda causa (Farinola, 2004).

### Defasaje genético-cultural y su impacto sobre la salud

En la introducción hemos mencionado los beneficios potenciales de realizar actividad física para la salud y la calidad de vida. Luego, y como eje central del presente artículo, hemos intentado demostrar que el ejercicio físico es natural del *H. sapiens* (nosotros). Hemos visto cómo la selección natural, a lo largo de millones de años de evolución, nos proporcionó los recursos biológicos necesarios para afrontar un elevado nivel de actividad física en nuestra vida diaria que nos posibilite sobrevivir. Esto queda reflejado al observar que nuestros ancestros próximos y lejanos fueron más activos físicamente que la mayoría de los actuales pobladores de ciudades indus-

trializadas. A su vez actuales seres humanos que llevan un estilo de vida tradicional de la especie también son más activos físicamente y cuentan con un mayor nivel de aptitud física, y el urbanizar a estas comunidades los vuelve más sedentarios y menos aptos físicamente.

Dadas estas circunstancias, sería sospechoso pensar que a la actividad física la inventaron los científicos del siglo xx para *torturar* a la población con sus recomendaciones; evidentemente el esfuerzo físico es inherente a la condición humana, sin él es muy probable que no hayamos llegado a ser lo que somos hoy, para bien o para mal. Sin embargo los seres humanos hemos experimentado un cambio radical de nuestro entorno en un breve lapso de tiempo, el cual fue tan veloz que por ahora no pudo ser seguido del cambio genético correspondiente que nos permita adaptarnos. Durante los últimos 10.000 años hubo grandes cambios culturales y casi nula evolución genética, por lo que podríamos decir que existe un gran defasaje entre nuestro diseño anatómo-fisiológico y el uso que hoy le damos al mismo. A este defasaje hemos visto que se lo llama *defasaje genético-cultural*. Pero aquí la pregunta es: este defasaje ¿nos trae algún problema?

Y la respuesta es: lamentablemente sí, y bastante grave por cierto, altas probabilidades de desarrollar enfermedades crónicas degenerativas, también llamadas *enfermedades de la civilización*, principal causa de

muerte en países desarrollados, y tendencia en aumento en países en desarrollo. [Vale aclarar que la actividad física es sólo uno de los patrones de conducta modificados en el traspaso de un estilo de vida ancestral a uno tecnológicamente moderno, el tipo de alimentación y el abuso de sustancias perniciosas como ser alcohol y tabaco también favorecen el desarrollo de estas enfermedades y han sufrido un cambio radical (para mal) en los últimos siglos sólo en las complejas sociedades industrializadas (Eaton y cols., 1988)].

La rama de la medicina que estudia de qué manera influyen los aspectos evolutivos en la salud actual del ser humano se llama medicina Darwiniana o Evolucionista. Esta perspectiva evolucionista de la promoción de la salud está en concordancia con lo que venimos argumentando y se basa en tres proposiciones:

*Desde la aparición de la conducta humana moderna quizás 50.000 años atrás y particularmente desde la revolución neolítica de hace 10.000 años, la evolución cultural procedió más velozmente que la evolución genética, y en consecuencia se produjo una mayor disociación entre la forma en que vivimos actualmente y el estilo de vida para la cual nuestro genoma fue originalmente seleccionado.*

*Este defasaje promovió las enfermedades crónicas degenerativas que causan la mayor mortalidad y morbilidad en los actuales países desarrollados.*

*Un modelo lógico de investigación en prevención (y potencialmente para recomendaciones de salud) es una amalgamación con los estilos de vida prevalentes entre los primeros humanos modernos, antes que la agricultura haya acelerado esa divergencia genético-cultural (Eaton y cols., 2002a, p. 119).*

En nuestro caso ¿cuáles son esas diferencias existentes entre el comportamiento actual y el paleolítico que hacen que nos enfermemos? Con respecto al estilo de vida actual en sociedades industrializadas los humanos de la pre-agricultura realizaban: mayor cantidad de actividad física, mayor ingesta de fibra, menor consumo de azúcares simples, menor consumo de sodio absoluto y relativo a potasio, sin conductas de abuso de alcohol y tabaco, y mayor consumo de grasas insaturadas con respecto a saturadas (Eaton y cols., 1988; Eaton y Konner, 1985). Las personas que hoy en día continúan teniendo conductas similares a la era pre-agricultura difícilmente desarrollan las llamadas *enfermedades de la civilización*. Justamente estas conductas son las que recomienda la comunidad médica para el tratamiento y prevención de dichos trastornos. En resumen esto sugiere que lo que nos hace propensos a padecer las

llamadas *enfermedades de la civilización* es la abundancia de alimento (que muchas veces es de mala calidad), el no tener que esforzarse para conseguirlo, y el abuso de sustancias perjudiciales para la salud; situaciones muy recientes y muy opuestas a lo histórico y natural como para que se produzcan adaptaciones genéticas que nos hagan salir ilesos de tal defasaje.

Las *enfermedades de la civilización* potenciadas (o generadas) por una conducta no acorde a nuestro diseño biológico son hipertensión, diabetes tipo 2, obesidad (agrupadas se suelen llamar Síndrome Metabólico), y enfermedades coronarias. Actuales cazadores-recolectores y otras comunidades que continúan experimentando el estilo de vida paleolítico rara vez desarrollan alguna de estas enfermedades. Marcadores biológicos como el aumento de la presión sanguínea, elevada adiposidad, baja masa magra, hipercolesterolemia, aterosclerosis, y resistencia a la insulina, son muy infrecuentes en comparación con habitantes de la misma edad de sociedades industrializadas (Eaton y cols., 2002b). Esto indica que el elevado nivel de prevalencia de estas enfermedades crónicas degenerativas observado en países desarrollados no es debido a su mayor expectativa de vida, como se suele argumentar. Ya que, si bien estas enfermedades producen mortalidad en edades avanzadas, ellas comienzan a manifestarse desde la niñez en comunidades sedentarias (Eaton y cols., 2002a; Gotthelf y Jubany, 2004).

Lo que cambió en la comunidad de Igloodik, y que disminuyó significativamente su aptitud física en ambos sexos y todas las edades, fue su estilo de vida, cambiar desde uno tradicional/activo a otro más urbano/sedentario. Lamentablemente, no tardarán mucho tiempo más en incrementar su tasa de *enfermedades de la civilización* si no revierten los efectos adversos de la urbanización. Otras comunidades aborígenes ya lo están padeciendo. Los indios Pima de Arizona tienen la mayor prevalencia de diabetes tipo 2 en todo el mundo, su incidencia ha aumentado considerablemente sólo en los últimos 30 años. Ellos deben tener una elevada predisposición genética a padecer esta enfermedad, pero la han tenido siempre ¿por qué la sufren tanto ahora? Porque es su entorno el que ha cambiado enormemente en el último siglo:

*Si fuese posible reducir el peso corporal de la población Pima a niveles normales de principios de siglo xx y elevar sus niveles de actividad física hasta aquellos del mismo período, la mayoría de los casos de diabetes podrían ser prevenidos (Bennett, 1999, p. S53).*

En Canadá la prevalencia de diabetes en una comunidad aborigen (First Nations) es al menos tres veces superior al promedio nacional, siendo esta enfermedad virtualmente desconocida por estas comunidades hace 50 años:

*Debido al estilo de vida nómada y al patrón atracón/hambruna de sus ancestros, los aborígenes de Canadá están probablemente predispuestos genéticamente a almacenar energía proveniente de la dieta de manera eficiente. La adopción de una dieta de mercado alta en energía, grasas saturadas, y azúcares simples, además de una incrementada tendencia hacia un estilo de vida sedentario y reducida actividad física, lideran la causa del aumento en la prevalencia de obesidad y la consecuente diabetes (Health Canada, 2000, p. 4).*

En 1984 se publicó un estudio que arrojó resultados esclarecedores acerca de este tema. Cuando un grupo de 10 aborígenes australianos diabéticos que viven en ciudades urbanizadas, retornó a su estilo de vida tradicional (cazador-recolector) se observó un mejoramiento en dos de los mayores defectos metabólicos de la diabetes tipo 2: secreción de la insulina y acción de la insulina. También hubo normalización del VLDL sanguíneo. La causa de estos mejoramientos fueron sin duda el cambio en el estilo de vida: los aborígenes descendieron de peso (8 kg en promedio), tuvieron una dieta (1200 kcal/persona/día en promedio) baja en grasas y aumentaron su actividad física durante el tiempo que duró el estudio (7 semanas) (O'Dea, 1984). Justamente estos tres cambios producidos naturalmente durante un estilo de vida cazador-recolector forman parte de los *Cambios Terapéuticos en el Estilo de Vida* recomendados recientemente en países industrializados para el tratamiento de la hipercolesterolemia y la prevención de enfermedades coronarias (Grundy y cols., 2001).

## Conclusión

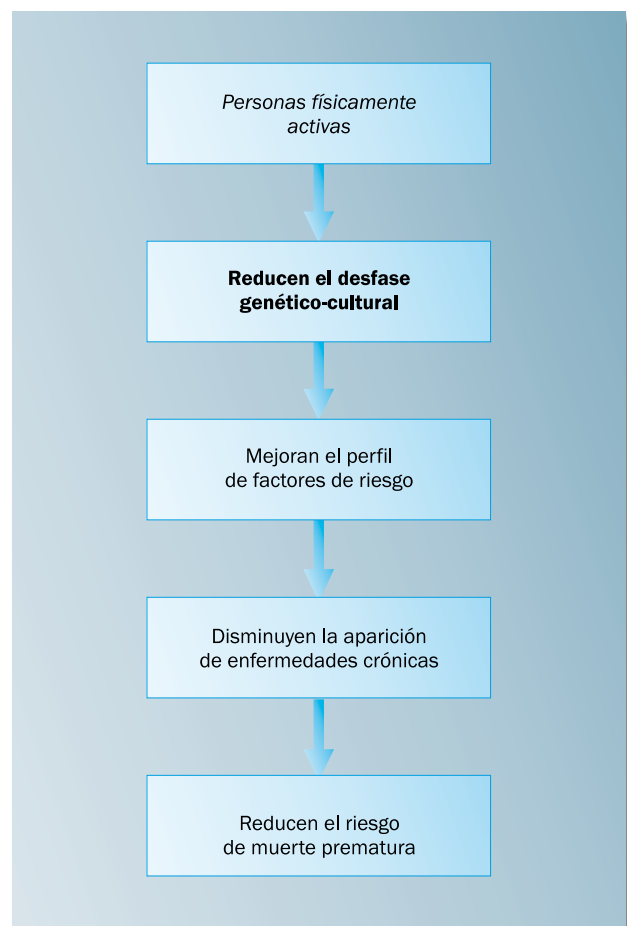
Aparentemente se está cumpliendo un ciclo, luego de años y décadas de investigaciones biomédicas se concluye que para mantenernos sanos debemos aumentar el nivel de actividad física, evitar los excesos de grasa saturada, sal y azúcar, y evitar el consumo de sustancias adictivas como el alcohol o el tabaco: *algo que nuestros ancestros hicieron durante millones de años.*

La explicación al cuestionamiento inicial de por qué la actividad física nos sienta tan bien, es que las personas físicamente activas, ya sean deportistas, entusiastas del entrenamiento, ciclistas urbanos, etc., reducen el

*defasaje genético-cultural* al realizar un esfuerzo muscular similar al de la era paleolítica. Y de esta manera, a través de situaciones cotidianas del siglo XXI (como el transporte, el deporte, el uso del tiempo libre, etc.) se amalgama nuestro estilo de vida actual con el *natural* para el que fuimos diseñados los *H. sapiens*. Esquematisamos la situación en la *figura 3*.

Profundizar en el conocimiento acerca de las causas que hacen que el sedentarismo sea nocivo para la salud nos posibilitará tener más herramientas para combatirlo. En este sentido, este modelo nos abre la posibilidad de encontrar luz acerca de algunas cuestiones en continuo debate:

- ¿Por qué la actividad física no es más comúnmente prescrita por los profesionales de la salud?: porque aún no existe suficiente reconocimiento del efecto causal de la inactividad física en la producción



**Figura 3**

Esquematisación del modelo integrador que explica la relación existente entre actividad física, salud, y riesgo de muerte prematura.

de enfermedades crónicas; se suele creer que estar quieto es lo normal y no hace falta hacer ejercicio mientras uno esté sano. “Este equivocado concepto surgiría de tomar al ejercicio como una herramienta reparadora de nuestra expresión genética (prevención terciaria) cuando en realidad el ejercicio induce a la correcta expresión de nuestro genoma (prevención primaria)” (Booth, Chakravarthy, Gordon y Spangenburg, 2002, p. 23); ya que, como vimos, nuestra configuración genética se terminó de diseñar en un entorno en donde el esfuerzo físico era *obligatorio* para sobrevivir (Cordain y cols., 1998; Eaton y cols., 1988; Booth y cols., 2002).

- ¿Cuál es la cantidad y calidad de actividad física necesaria para mantenernos sanos y reducir el riesgo de muerte prematura? (Saris y cols., 2003; Lee I-Meen, Hsieh y Paffenbarger, 1995): esta respuesta la encontraríamos tratando de identificar cuál es el tipo y la cantidad de esfuerzo físico que realizaban nuestros ancestros de la era paleolítica, o sea el tipo y nivel de esfuerzo para el que nuestro organismo está diseñado.
- ¿Cómo elevar el nivel de actividad física en la comunidad?: una posibilidad interesante sería profundizar en el diseño de estrategias que tiendan a aumentar el gasto energético en situaciones cotidianas; o sea, aumentar el nivel de actividad física dentro de nuestras actividades diarias, tal cual lo hicimos durante millones de años. Esto nos asegurará que todas las personas puedan optar por tener un estilo de vida físicamente activo sin necesitar tiempo adicional para conseguirlo. Futuras investigaciones tendrían que orientarse en este sentido.

## Agradecimientos

Gracias a mis colegas del Laboratorio de Fisiología del Ejercicio y Biomecánica del ISEF Federico W. Dickens por su invaluable colaboración.

## Bibliografía

- Andrews, P. y Stringer, C. (1999). El progreso de los primates. En S. J. Gould, *El libro de la vida* (pp. 232-68). Barcelona: Crítica.
- Baker, G. L. (1969). Human Adipose Tissue Composition and Age. *Am J Clin Nutr* (22), 829-35.

- Bennett, P. H. (1999). *Type 2 diabetes among the Pima Indians of Arizona: An epidemic attributable to environmental change?* *Nutrition Reviews* (57), S51-4.
- Blanco, A. (2004). *Química Biológica*. Buenos Aires: El Ateneo; pp. 247-78.
- Booth, F. W.; Chakravarthy, M. V.; Gordon, S. E. y Spangenburg, E. E. (2002). Waging war on physical inactivity: using modern molecular ammunition against an ancient enemy. *J Appl Physiol* (93), 3-30.
- Bramble, D. M. y Lieberman, D. E. (2004). Endurance running and the evolution of Homo. *Nature* (432), 345-52.
- Campillo Álvarez, J. E. (2004). *El Mono Obeso*. Barcelona: Crítica.
- Carrier, D. R. (1984). The Energetic Paradox of Human Running and Hominid Evolution. *Curr Anthropol* (25), 483-95.
- Chakravarthy, M. V. y Booth, F. W. (2004). Eating, exercise, and “thrifty” genotypes: connecting the dots toward an evolutionary understanding of modern chronic diseases. *J Appl Physiol* (96), 3-10.
- Cordain, L.; Gotshall, R. W.; Eaton, S. B. y Eaton III, S. B. (1998). Physical Activity, Energy Expenditure and Fitness: An Evolutionary Perspective. *Int J Sports Med* (19), 328-35.
- DeMenocal, P. B. (1995). *Plio-Pleistocene african climate*. *Science* (270), 53-9.
- Eaton, S. B.; Cordain, L. y Lindeberg, S. (2002a). Evolutionary Health Promotion: A Consideration of Common Counterarguments. *Prev Med* (34), 119-23.
- Eaton, S. B. y Konner, M. (1985). Paleolithic Nutrition: A consideration of its nature and current implications. *N Engl J Med* (312), 283-9.
- Eaton, S. B.; Konner, M. y Shostak, M. (1988). Stone Agers in the Fast Lane: Chronic Degenerative Diseases in Evolutionary Perspective. *Am J Med* (84), 739-49.
- Eaton, S. B.; Strassman, B. I.; Nesse, R. M.; Neel, J. V.; Ewald, P. W.; Williams, G. C. y cols. (2002b). Evolutionary Health Promotion. *Prev Med* (34), 109-18.
- Farinola, M. G. (2004). Relación entre Actividad Física, Aptitud Física, Salud y Riesgo de Muerte. *Medicina del Ejercicio* (2), 5-16.
- Goldberg, A. P. (1989). Aerobic and resistive exercise modify risk factors for coronary heart disease. *Med Sci Sports Exerc* (21), 669-74.
- Gotthelf, S. J. y Jubany, L. L. (2004). Prevalencia de factores de riesgo asociados al Síndrome Metabólico en niños y adolescentes obesos de la ciudad de Salta. *Rev Soc Arg Diab* (38), 210-7.
- Grundy, S. M.; Becker, D.; Clark, L. T.; Cooper, R. S.; Denke, M. A.; Howard, W. J., y cols. (2001). Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (ATP III). *JAMA* (285), 2486-97.
- Guyton, A. C. (1990) *Tratado de Fisiología Médica*. La Habana: Edición Revolucionaria; pp. 917.
- Health Canada. Aboriginal diabetes initiative. Diabetes among aboriginal people in Canada: The Evidence [en línea]: march 10, 2000. ISBN H35-4/6-2001E 0-662-29976-0 <[http://www.hc-sc.gc.ca/fnihb/cp/adi/publications/the\\_evidence.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/fnihb/cp/adi/publications/the_evidence.pdf)> [Consulta: 10/02/05].

- Kay, S. J. (2000). La Psicología y la Antropometría de la Imagen Corporal. En K. Norton, T. Olds. *Antropometría* (pp. 217-38). Rosario: Biosystem.
- Kissebah, A. H. y Krakower, G. R. (1994). Regional Adiposity and Morbidity. *Physiol Rev* (74), 761-811.
- Lee I-Meen, Hsieh, C. y Paffenbarger, R. S. (1995). Exercise intensity and longevity in men. *JAMA* (273), 1179-84.
- McArdle, W. D.; Katch, F. I. y Katch, V. L. (1990). *Fisiología del Ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza; pp. 165-84.
- Neel, J. V. (1999). The "thrifty genotype" in 1998. *Nutrition Reviews* (57), S2-S9.
- O'dea, K. (1984). Marked improvement in carbohydrate and lipid metabolism in diabetic Australian aborigines after temporary reversion to traditional lifestyle. *Diabetes* (33), 596-603.
- Pate, R. R.; Pratt, M.; Blair, S. N.; Haskell, W. L.; Macera, C. A.; Bouchard, C. y cols. (1995). Physical Activity and Public Health: A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* (273), 402-7.
- Pollock, M. L.; Franklin, B. A.; Balady, G. J.; Chaitman, B. L.; Fleg, J. L.; Fletcher, B. y cols. (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: Benefits, Rationale, Safety, and Prescription. *Circulation* (101), 828-33.
- Quammen, D. (2004). ¿Estaba equivocado Charles Darwin? *National Geographic* (15), 2-35.
- Rode, A., Shephard, R. J. (1994). Physiological consequences of acculturation: a 20-year study of fitness in an Inuit community. *Eur J Appl Physiol* (69), 516-24.
- Rubinstein, M. (2003). La causa de la obesidad no es genética sino ambiental. *Diario Clarín*. Buenos Aires, (21 de septiembre) p. 33.
- Saris, W. H.; Blair, S. N.; van Baak, M. A.; Eaton, S. B.; Davies, P. S.; Di Pietro, L. y cols. (2003). How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity Reviews* (4), 101-14.
- U.S. Department of Health and Human Services. Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General [en línea]. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Atlanta, GA: 1996. <<http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/contents.htm>> [Consulta: 28/02/05].
- Universidad Nacional de Jujuy (UNJ). Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Cátedra de Antropología Biológica I. *Apuntes de Cátedra: Homínidos*. 1999.
- Wilmore, J. H. y Costill, D. L. (1999). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. Barcelona: Paidotribo; pp. 240-65.