

ARTÍCULOS DEL BLOG DE JL CHICHARRO PUBLICADOS EN 2014

<http://jlchicharro.blogspot.com.es/>

Diciembre, 2014

Os deseo un muy feliz 2014 y el propósito de seguir aprendiendo juntos

Hora de hacer balance de este blog que con tanta ilusión puse en marcha hace apenas año y medio. Han sido 264 entradas, casi todas referentes a estudios y reflexiones en el área de la fisiología del ejercicio y fisiología clínica del ejercicio, que me han enseñado mucho incitando a la reflexión y nuevas ideas. Nada es estable en nuestro organismo, y por supuesto tampoco en esas áreas de conocimiento, así que nos vemos obligados día a día a abrir nuestra mente y asumir que lo que ayer por la tarde era blanco hoy por la mañana se torna gris. Seamos tolerantes con las nuevas propuestas y preparémonos para cambiar nuestros planteamientos más aferrados si ello es necesario. No tengamos miedo al cambio, solo así avanzaremos en nuestro conocimiento y seremos mejores profesionales. Os doy las GRACIAS con mayúsculas por estar ahí, compartiendo la ilusión por aprender y activando día a día mi deseo de divulgar al máximo el conocimiento en este área. Como cada año nuevo todos nos ponemos nuevos objetivos, yo también, así que mi intención es ofrecer desde este blog durante 2014 muchas novedades (ej. cursos monográficos, mesas redondas, etc) que nos permitan seguir creciendo juntos y sobre todo divertirnos aprendiendo. Un abrazo fisiológico!

Entrenamiento de fuerza y función vascular

Desde hace tiempo hemos asumido que el entrenamiento de fuerza está relacionado con distintos marcadores de salud, y cada día se publican nuevos artículos que ratifican y amplían esa relación. El ejercicio aeróbico, especialmente el que provoca cierta isquemia muscular, induce un aumento en sangre circulante de células madre endoteliales derivadas de la médula ósea (EPC), células que participan en el crecimiento y reparación vascular. Esta es una de las razones de aplicar intensidad de ejercicio superior al umbral de isquemia en algunos pacientes con patología coronaria, evidentemente bajo estricto control médico cardiológico. Recientemente se han publicado los resultados de una investigación (Ross y col, 2013; *Med Sci Sports Exerc* 46: 16-23) en la que los autores trataron de determinar la influencia de una sesión de ejercicio de fuerza (3 series de 6 ejercicios, 15RM sin descanso; ~12 min) sobre los niveles circulantes de EPC y factores angiogénicos relacionados en sujetos entrenados. Los resultados mostraron un aumento significativo de los niveles circulantes de EPC y factores angiogénicos relacionados, que potencialmente podrían contribuir a adaptaciones vasculares que mejorarían la integridad y función.

Otra evidencia que sumar a las existentes sobre los beneficios del entrenamiento de fuerza para la salud. Ahora solo falta que los profesionales de la salud (en el ámbito de la enfermedad) y los licenciados en ciencias del deporte (en el ámbito de la prevención) continúen extendiendo su prescripción y recomendación, respectivamente, en la dosificación adecuada.

Fitness cardiorrespiratorio y mortalidad por cáncer

El fitness cardiorrespiratorio o capacidad aeróbica y la adiposidad parecen predecir el riesgo de mortalidad por cáncer, pero no se ha evaluado como pueden influir modificaciones de estos dos factores en ese riesgo de mortalidad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Zhang y col, 2013; Med Sci Sports Exerc 22-nov*) realizado con 13930 varones no afectados de cáncer y que fueron estudiados entre 1974 y 2002. Se realizó un test de esfuerzo para valorar fitness cardiorrespiratorio (VO_2 pico) y % grasa corporal. Se registraron 386 muertes por cáncer en los 12,5 años de seguimiento, observando que los sujetos con menor VO_2 pico tuvieron un mayor riesgo de mortalidad por cáncer, independientemente de los cambios en el %grasa corporal. Así, tener hábitos sedentarios o perder fitness cardiorrespiratorio a lo largo del tiempo predijo la mortalidad por cáncer en los hombres estudiados.

Mantener o aumentar el VO_2 pico se muestra como un factor de protección de mortalidad por cáncer, así que ya sabemos lo que hay que hacer: aeróbico de elevada intensidad.

Cafeína y dolor muscular tardío (“agujetas”)

La cafeína es una de las ayudas ergogénicas de mayor eficacia en relación al rendimiento deportivo, utilizándose en diferentes modalidades deportivas, sin embargo son menos conocidos los efectos sobre la percepción del dolor muscular durante el ejercicio, y sobre el dolor muscular tardío (DOMS). Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Hurley y col, 2013; *J Strength Cond Res* 27: 3101-9) cuyo objetivo principal fue examinar los efectos de la cafeína sobre dolor muscular, actividad enzimática sérica y rendimiento después de una sesión de flexión y extensión de codo. Los sujetos ingirieron cafeína 1 h antes de realizar 4 series de 10 repeticiones de curl de bíceps, seguida de una quinta serie en la que los sujetos completaron el mayor número de repeticiones. Frente a condiciones placebo, la cafeína disminuyó la sensación de dolor en los días 2º y 3º después de la sesión de ejercicio. El total de repeticiones en la 5ª serie fue mayor con cafeína. En conclusión la cafeína mejoró el rendimiento en una sesión de entrenamiento de fuerza, y disminuyó el DOMS en los días siguientes.

La aplicación práctica de estos resultados, es poder acumular más sesiones de entrenamiento en un periodo dado de tiempo.

Índices de entrenamiento y rendimiento en maratón

Son muchos los estudios publicados sobre los factores vinculados al rendimiento en maratón. Mientras que esa aproximación es relativamente fácil en corredores de elite, todo se complica a nivel aficionado donde, por un lado, la dedicación al entrenamiento ha de compatibilizarse con la vida social, laboral y familiar, y por otro lado, las condiciones genéticas, alimentación y precisión del entrenamiento no son siempre las idóneas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Tanda y Knechtle, 2013; Open Access J Sports Med 28: 141-9*) en el que los autores investigaron los efectos de las características antropométricas y varios índices de entrenamiento sobre los tiempos en maratón en corredores aficionados. Los resultados mostraron que el tiempo de carrera se vio afectado por factores asociados al entrenamiento (velocidad media de carrera y distancia semanal media en entrenamiento) y por el %grasa corporal. Este último factor solo mostró influencia cuando los valores fueron elevados. Con %grasa corporal bajos los máximos condicionantes del rendimiento fueron los relacionados con el entrenamiento.

Intervalos de corta duración mejoran más el VO₂max

El entrenamiento interválico es obligado en deportistas de resistencia aeróbica que desean mejorar su rendimiento. Uno de los objetivos a conseguir con el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT) es aumentar el VO₂max. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio realizado con ciclistas (*Rønnestad y col, 2014; Scand J Med Sci Sports 1-ene*) que comparó los efectos de 10 semanas de entrenamiento con intervalos cortos [SI, 3x(30 s ejercicio y 15 s recuperación, durante 9,5 min)] vs largos [LI, 4x5 min, 2,5 min recuperación]. El HIT se realizó dos días por semana. Los resultados mostraron mayores aumentos del VO₂max en el grupo SI (8,7%) que en el grupo LI (2,6%).

Así pues, cuando el objetivo principal del HIT sea la mejora del VO₂max, el trabajo interválico de corta duración (30 s) parece más eficaz, algo que ya habían señalado investigaciones previas.

Electroestimulación neuromuscular y recuperación

La aplicación de técnicas de electroestimulación neuromuscular (NMES) es actualmente uno de los temas más estudiados en el ámbito de la fisiología del ejercicio y fisiología clínica del ejercicio, con muy interesantes resultados en distintos ámbitos de rendimiento, y sobre todo clínicos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Malone y col, 2013; *Int J Sports Physiol Perform* 11-dic) en el que los autores investigaron el uso de la NMES durante un periodo de recuperación entre dos sesiones de ejercicio aeróbico de máxima intensidad. 19 ciclistas realizaron 3 min al 105% PVO₂max. A continuación se estableció un periodo de recuperación de 30 min con 3 protocolos (pasiva, activa (30% PVO₂max) o NMES (5 Hz/4 pulsos 500 μs). Justo al finalizar la recuperación los sujetos efectuaron ejercicio hasta el agotamiento al 95% PVO₂max. Los resultados mostraron que el tiempo hasta el agotamiento fue menor después de NMES que con recuperación activa, y similar que con recuperación pasiva. El lactato descendió más rápido con la recuperación activa vs NMES y recuperación pasiva. La frecuencia cardiaca fue más alta durante la recuperación activa, vs NMES o recuperación pasiva.

Los resultados de estudio mostraron que la recuperación con NMES entre dos ejercicios de resistencia aeróbica de alta intensidad, es menos efectiva que con una recuperación activa.

Electroestimulación neuromuscular e insuficiencia cardiaca

La aplicación de electroestimulación neuromuscular (NMES) es utilizada con mucha frecuencia en pacientes con insuficiencia cardiaca (IC) que por su gravedad o condiciones de movilidad no pueden realizar programas de ejercicio físico. Uno de los aspectos fisiopatológicos más relevantes en estos pacientes es una hiperactividad simpatico-adrenal crónica, que facilita la consolidación de factores de riesgo añadidos a la enfermedad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Labrunee y col, 2013; PLoS One 12-nov*) en el que aplicaron protocolos de NMES en pacientes con IC grado III (NYHA) sobre músculos de miembros inferiores. Los resultados mostraron que el protocolo de NMES disminuyó el flujo simpático generado desde músculos de miembros inferiores evaluado por MSNA (actividad nerviosa simpática muscular).

Los resultados de este y otros estudios similares, deberían tener su transferencia en la prescripción terapéutica habitual que realizan los fisioterapeutas con estos pacientes.

Proteínas después de entrenamiento de fuerza y mTOR

Sabemos que la ingesta de proteínas después del entrenamiento de fuerza incrementa la síntesis de proteínas musculares de manera dosis dependiente. Sin embargo, los mecanismos moleculares de esa relación dosis-dependiente no están claros. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Kakigi y col, 2014; Eur J Appl Physiol 3-ene*) en el que los autores determinaron la respuesta de la mTOR en los músculos implicados en un entrenamiento de fuerza en dependencia a la ingesta de proteínas. La mTOR es una proteína responsable del crecimiento hipertrófico del músculo esquelético, entre otras funciones. Distintos aminoácidos activan la vía celular de señalización de mTOR, siendo la leucina uno de los más activos. En el estudio referido, los sujetos realizaron una sesión de entrenamiento de fuerza y al finalizar consumieron agua, 10 ó 20 g de proteínas de suero. Los resultados mostraron que la ingesta de proteínas al finalizar el entrenamiento activó la vía de señalización de la mTOR de manera dosis dependiente, con una mayor activación con la ingesta de 20 g frente a 10 g de proteínas.

La ingesta de proteínas después del entrenamiento se ha convertido en una rutina muy extendida. Los fisiólogos del ejercicio y los nutricionistas deportivos deben seguir investigando para mostrarnos la dosis, tipos de proteínas y los tiempos de administración más eficaces.

Oxidación de sustratos y pedaleo excéntrico

Hace unos días hablamos de las ventajas del pedaleo excéntrico en ciclismo. Así, su aplicación en la clínica se realiza desde hace tiempo, pero es menos frecuente en ejercicio-salud o en rendimiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Peñailillo y col, 2014; *Eur J Appl Physiol* 5-ene) en el que los autores compararon tres sesiones de ejercicio, una de pedaleo concéntrico (CONC) y dos de pedaleo excéntrico (ECC1, ECC2), para observar la utilización de sustratos y el gasto energético de reposo (REE). El protocolo consistió en 30 min al 60% de máxima potencia concéntrica. Los resultados mostraron que el gasto energético y la utilización de hidratos de carbono fueron menores (36% y 42%, respectivamente) durante ECC que en CONC. La utilización de grasas fue mayor durante ECC entre un 75 y 85%, respecto a CONC. En conclusión, el pedaleo excéntrico realizado a la misma intensidad del concéntrico se asoció a una mayor utilización de las grasas.

La utilización del pedaleo excéntrico debe ocupar su lugar tanto en el entrenamiento deportivo, como en el entrenamiento dirigido a mejorar la salud.

Dosis de mantenimiento de beta-alanina

La suplementación con beta-alanina (BA) está muy extendida por su eficacia probada de elevar los niveles musculares de carnosina, y con ello el rendimiento en actividades de alta intensidad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Stegen y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 1-ene*) en el que los autores investigaron la dosis óptima de mantenimiento para asegurar mantener niveles altos de carnosina muscular. Los sujetos realizaron primero una fase de carga (3,2 g BA/día durante 46 días), y posteriormente una fase de mantenimiento con tres dosificaciones diferentes: 0,4 g BA/día, 0,8 g BA/día y 1,2 g BA/día durante 6 semanas. Se evaluó el contenido muscular de carnosina utilizando H-MRS. Los resultados mostraron que la dosis de mantenimiento más eficaz para mantener elevadas las reservas de carnosina (30-50% por encima de los niveles basales) fue de 1,2 g BA/día.

Muchas empresas que comercializan la beta-alanina deberían actualizar sus recomendaciones, ya que la mayoría de ellas recomiendan dosificaciones muy bajas para realizar la carga, y no indican las pautas de mantenimiento.

Fuerza y suplementación con proteínas en tetraplégicos

El entrenamiento de fuerza ha mostrado su eficacia en muchos pacientes, entre los que se encuentran los paraplégicos, pero a diferencia de lo que ocurre en deportistas o personas sanas que entrenan fuerza, no se suelen utilizar los beneficios de muchas ayudas ergogénicas (como la suplementación con proteínas) que asociadas al entrenamiento pueden mejorar las adaptaciones. Recientemente, se han publicado los resultados de un estudio (Kressler y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 1-ene) en el que los autores investigaron los efectos de un entrenamiento de fuerza en circuito sobre la mejora de la fuerza en pacientes tetraplégicos, y además si la suplementación con proteínas podría potenciar los beneficios del propio entrenamiento. Todos los pacientes recibieron suplementación con proteínas, un grupo asociado a la sesión de entrenamiento (proteína de suero) y otro distribuida en el día. Después de 6 meses de entrenamiento, los resultados mostraron mejoras de la fuerza, capacidad aeróbica y resistencia a la fatiga, pero en aquellos que consumieron 36-37 g de proteína de suero justo antes o justo después de las sesiones de entrenamiento, las mejoras de la capacidad aeróbica y resistencia a la fatiga fueron mayores.

Los profesionales sanitarios (médicos, fisioterapeutas, ...) implicados en el tratamiento de pacientes paraplégicos y tetraplégicos, y en general de pacientes que entrenan fuerza, deberían contemplar la opción de la suplementación con proteínas y otras ayudas ergogénicas para mejorar los resultados del entrenamiento. Obviamente, siempre en el entorno de la seguridad de la prescripción en el paciente.

Entrenamiento intenso y semen en ciclistas

Varios estudios previos han valorado la influencia del entrenamiento físico sobre la “calidad” del semen, apuntando una tendencia en considerar que el entrenamiento muy intenso podría influenciar en el perfil saludable del semen. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Maleki y col, 2014; Clin J Sport Med 3-ene) en el que los autores examinaron los efectos de 16 semanas de entrenamiento intenso en ciclistas de carretera no profesionales (17-26 años), sobre radicales libres y capacidad antioxidante del semen. Los resultados mostraron un aumento de radicales libres en el semen, junto con un descenso de la capacidad antioxidante, durante los 30 días posteriores a la finalización del entrenamiento.

Este estudio sugiere que el entrenamiento aeróbico de alta intensidad y volumen puede tener efectos perjudiciales sobre el perfil de salud del esperma. Si ello puede afectar a la función de los espermatozoides deberá evidenciarse en futuros estudios.

Fuerza vs resistencia aeróbica: efectos del orden de ejecución

El entrenamiento de fuerza y de resistencia aeróbica no solo no se excluyen en el entrenamiento deportivo en la mayoría de las disciplinas, sino que se ambos recomiendan sistemáticamente. En este ámbito no suele suponer mayor problema para el entrenador encontrar los tiempos idóneos de ejecución de las tareas específicas en relación a esas cualidades, con frecuencia utilizando dobles sesiones de entrenamiento. Pero es en el ámbito de los gimnasios, donde habitualmente se interrelacionan en la misma sesión ambas modalidades de entrenamiento, cuando surge la duda: ¿Qué debe realizarse antes “el cardio” o “la fuerza”? Pues no hay una respuesta universal a esa pregunta, ya que cada persona tiene objetivos diferentes y estos son los que van a condicionar la recomendación. Los entrenadores personales deben tener en cuenta en cualquier caso las respuestas fisiológicas a cada modalidad e intensidad de ejercicio para estructurar la mejor estrategia desde el punto de vista de la eficacia. Aporto unos datos a modo de ejemplo: 1) el ejercicio continuo de baja/moderada intensidad (Fase I) y duración media (<40 min) no provoca respuestas hormonales significativas que puedan interferir en una sesión de fuerza realizada a continuación; 2) El ejercicio aeróbico interválico de alta intensidad, se asocia como respuesta inmediata a un aumento significativo de hormona del crecimiento, lo que podría ser beneficioso en un entrenamiento de fuerza realizado a continuación; y 3) El ejercicio de resistencia aeróbica realizado antes del entrenamiento de fuerza se ha asociado a un descenso de los niveles séricos de testosterona durante las 24 h posteriores.

Así pues, si tuviera que realizar una recomendación lo más general posible, diría que el entrenamiento de fuerza debería ir precedido de un entrenamiento interválico de alta intensidad con fases de trabajo de 30 s a 1 min.

Suplementos de proteínas y recuperación función muscular

La suplementación con proteínas está muy extendida entre deportistas aficionados y de elite, aunque en bastantes ocasiones su indicación y sobre todo los efectos esperados pueden ser cuestionables. Los efectos de la suplementación con proteínas sobre el anabolismo muscular post-ejercicio están bien demostrados, hecho que teóricamente podría facilitar la recuperación de la función muscular y/o el rendimiento. Recientemente se ha publicado una interesante revisión (*Pasiakos y col, 2014; Sports Med 17-ene*) en la que los autores examinan la literatura existente hasta la fecha sobre los efectos de la suplementación con proteínas sobre la recuperación muscular y el rendimiento, por atenuación del daño muscular después de una sesión de entrenamiento. Los autores examinaron 27 investigaciones publicadas relacionadas con la suplementación con proteínas y daño muscular/rendimiento/dolor muscular tardío. Los resultados mostraron la ausencia de aparente relación entre la recuperación de la función muscular, dolor muscular y marcadores de daño muscular, cuando las proteínas fueron consumidas antes, durante o después de la sesión de ejercicio de fuerza o de resistencia aeróbica. En resumen, a pesar de que la ingesta de proteínas post-ejercicio activa la síntesis de proteínas y la señalización intracelular anabólica, no parece tener una transferencia sobre la reducción de daño muscular y mejora de la recuperación de la función muscular. Un dato interesante de la revisión es que los potenciales efectos ergogénicos de las proteínas parecen ser más evidentes si los sujetos se encuentran en balance energético y/o de nitrógeno negativos.

Sacarosa y rendimiento deportivo

El consumo de hidratos de carbono es fundamental e imprescindible para deportistas de resistencia aeróbica. La sacarosa (glucosa + fructosa) o azúcar de mesa no es habitualmente utilizada por los deportistas, en ocasiones por la creencia de una menor eficacia que otros azúcares. Recientemente se ha publicado una revisión (*Wallis y Wittekind, 2013; Int J Sport Nutr Exerc Metab 23: 571-83*) sobre la influencia de la sacarosa sobre el rendimiento deportivo, en comparación con otros tipos de hidratos de carbono. Los autores señalan que la sacarosa parece tan eficaz como otros hidratos de carbono (ej. glucosa, polímeros de glucosa) como fuente de combustible exógeno durante el ejercicio de resistencia aeróbica, en relación a la síntesis de glucógeno hepático y muscular en recuperación, y sobre el propio rendimiento. Existen algunas lagunas, no obstante, sobre las consecuencias metabólicas de la ingesta de sacarosa en relación al rendimiento. Los autores concluyen que aunque son necesarias nuevas investigaciones, basados en la literatura científica disponible, parece que la sacarosa debe seguir siendo considerada como una opción para ayudar a los atletas a mejorar su rendimiento por medio de la ingesta de hidratos de carbono.

Interval training: más allá de las recetas (I)

El entrenamiento interválico (interval training) ha cumplido recientemente 100 años desde que comenzara su aplicación más formal en Finlandia, siendo en la actualidad una modalidad de entrenamiento imprescindible para la mayoría de los atletas de resistencia aeróbica. Su efectividad es innegable, y su aplicación ha trascendido desde hace un tiempo desde el área deportiva al área clínica demostrando excelentes resultados. Sin embargo, en su aplicación muchos entrenadores siguen arrastrando la pesada carga de las recetas tradicionales de su estructura. Así, por poner solo un par de ejemplos, son clásicos los 6x1000 m ó 2x(5x400 m) en maratonianos. También aplicamos modelos típicos de intervalos de 4 min, con 2 min de recuperación, etc, etc. Bajo mi punto de vista, la estructura del *interval training* es un gran reto fisiológico para el entrenador, por varias razones: 1) por las muchas preguntas sin respuestas claras del binomio respuesta-adaptación; 2) por la gran laguna existente en fisiología en relación a la recuperación entre intervalos/series; y 3) por la necesidad de individualizar la carga del entrenamiento. Por ello, se hace necesario proponerse el ejercicio de un cierto distanciamiento (sin olvidar las experiencias que otros nos han dejado) de las recetas “muy elaboradas” que figuran en muchos manuales de entrenamiento. Lo que quiero decir, es que si buscamos individualizar el entrenamiento de nuestro deportista, también deberemos individualizar cada una de las sesiones de entrenamiento, incluida la correspondiente al *interval training*.

INICIO con esta primera entrada, una serie de reflexiones fisiológicas sobre esta modalidad de entrenamiento que me gustaría compartir con vosotros.

Maratón y riesgo cardiovascular

Millones de “atletas” aficionados corren en los maratones organizados por miles de ciudades en los cinco continentes. Correr 42 k 195 m es retador y produce enormes satisfacciones, pero no es saludable. Si el ejercicio físico en general es interpretado por el sistema nervioso central como un estrés, correr una maratón seguramente sea interpretado como una situación funcional límite, evidenciando con ello que el ser humano no está diseñado para afrontar esa distancia corriendo. Más allá del carácter no saludable para el sistema osteomuscular, existe la duda razonable sobre si correr una maratón puede ser potencialmente peligroso para el corazón. Siempre defendí ante mis estudiantes que el ejercicio, por muy duro e intenso que sea, no entraña riesgos para los corazones sanos, pero en este momento ya no me atrevería a ser tan categórico. No debemos pasar por alto los estudios que han mostrado incrementos agudos de biomarcadores de daño cardíaco (troponina, péptido natriurético cerebral) asociados a la carrera de maratón, así como alteraciones de la función sistólica y diastólica, ni tampoco el riesgo significativo de desarrollar fibrilación auricular a largo plazo. Es cierto que esos biomarcadores se normalizan a las pocas horas de finalizar la carrera, pero también lo es que su incremento refleja una afectación cardíaca aunque sea transitoria. Recientemente se ha publicado una revisión sobre este interesante tema que recomiendo leer con atención (*PreDEL, 2014; Marathon run: cardiovascular adaptation and cardiovascular risk. Eur Heart J 9-ene*. En unos días tendréis el artículo completo en la sección de “Documentación” de mi blog).

Mientras seguimos investigando, mi recomendación es seguir corriendo, pero con dos condicionantes: 1) entrenar adecuadamente, y si es bajo la tutela de un licenciado en ciencias del deporte mucho mejor; y 2) por encima de los 35 años, realizar anualmente un reconocimiento médico-deportivo lo más completo posible.

Ejercicio a lo largo de la vida y función cardiovascular

Un mayor volumen de entrenamiento aeróbico se asocia con adaptaciones cardiovasculares más destacadas, como ocurre con la masa ventricular izquierda. Sin embargo, los efectos de diferentes “dosis” de ejercicio aeróbico realizado durante toda la vida sobre las respuestas metabólicas y hemodinámicas al ejercicio no han sido previamente examinadas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Carrick-Ranson y col, 2014; *J Appl Physiol* 23-ene) en el que los autores examinaron a 101 atletas master (> 60 años) que fueron distribuidos en grupos en función de la frecuencia de ejercicio realizada, como indicador de la dosis de ejercicio realizada durante al menos 25 años. Los resultados mostraron que el VO₂max se relacionó directamente con la mayor frecuencia de entrenamiento. Como respuesta al ejercicio máximo, el gasto cardíaco y el volumen sistólico fueron mayores en los sujetos que realizaron 4-5 sesiones/semana y en los competidores Máster, sin embargo el llenado del ventrículo izquierdo no se vio influido por la dosis de ejercicio realizada. En resumen, los datos sugieren que 4 sesiones o más a la semana de ejercicio aeróbico a lo largo de la vida se asocia a mayores valores de VO₂max, volumen sistólico y regulación de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio, aunque sin efectos favorables sobre el llenado ventricular izquierdo.

Suplementación y fuerza en edad avanzada

Desde este blog he manifestado en alguna ocasión la conveniencia de utilizar algunas ayudas ergogénicas en personas de edad avanzada para mejorar las adaptaciones asociadas a los programas de ejercicio. Sigo pensando que la indicación de una suplementación en el marco del cuidado farmacológico y físico puede en muchos casos ser beneficiosa. Recientemente se han publicado los resultados de una investigación (Villanueva y col, 2014; Eur J Appl Physiol 24-ene) en la que los autores examinaron los efectos de 12 semanas de entrenamiento de fuerza con y sin suplementación combinada con creatina y proteína de suero en personas de edad avanzada ($68,1 \pm 6,1$ años). Los autores examinaron posibles efectos sobre composición corporal, fuerza y capacidad funcional. Los resultados mostraron que como resultado del entrenamiento los sujetos disminuyeron el %grasa corporal, aumentaron %masa magra, aumentaron la fuerza muscular de miembros superiores e inferiores, y mejoraron el rendimiento físico, pero no se observaron diferencias entre el grupo que recibió suplementación respecto al que no lo hizo. Los autores concluyeron que la suplementación con creatina y proteína de suero no aporta beneficios adicionales en sujetos de edad avanzada que realizaron un entrenamiento de fuerza.

Hay que seguir atentos a los resultados de otras investigaciones sobre los efectos ergogénicos de distintos productos en personas de edad avanzada para ir aclarando las indicaciones en base a los posibles beneficios.

Interval training (II): componentes e intensidad

En contraste con el entrenamiento continuo que solo tiene 2 componentes principales a controlar: intensidad y duración; el entrenamiento interválico tiene 4 componentes en cada uno de sus intervalos o repeticiones: 1) Intensidad; 2) Duración; 3) intensidad de recuperación; 4) duración de la recuperación. El número de intervalos (serie) en una sesión es lo que determina la duración total del entrenamiento, constituyendo una variable más. Así también hemos de considerar otros 4 componentes: nº de series, duración e intensidad del periodo entre series, y la modalidad de recuperación (activa o pasiva) entre series. Por tanto, en el diseño de una sesión de *interval training*, tendremos 8 decisiones que tomar, algo que *per se* complica bastante la estructura del programa.

INTENSIDAD. Por concepto se situará entre la carga (velocidad/vatios) correspondiente al máximo estado estable de lactato (MLSS) ó umbral ventilatorio 2 (VT2) y la carga correspondiente al agotamiento (V_{max}/W_{max}) en un test incremental, es decir, FASE III del modelo trifásico de intensidad aeróbica; esta carga suele ser mayor que la correspondiente al VO_2max . Se pueden utilizar cargas ligeramente supra-máximas pero su aplicación se sitúa en la frontera entre el *interval training* aeróbico y el anaeróbico. El control de la intensidad se realizará con velocidad ó vatios, siendo la frecuencia cardiaca un indicador menos fiable. Así que, la primera decisión del entrenador es decidir: "A que intensidad, en el rango MLSS- V_{max} , quiero que se sitúe mi atleta". Teniendo en cuenta que el MLSS suele situarse al 80-85% VO_2max , tendremos una horquilla de decisión del 80-85% al 100% VO_2max . La decisión de situar la intensidad en Fase III inicial, Fase III intermedia o Fase III avanzada, dependerá de los objetivos de respuesta-adaptación que el entrenador persiga con la sesión de *interval training*, constituyendo la PRIMEA DECISIÓN en el diseño de la sesión de entrenamiento. Bajo mi punto de vista esta decisión solo podrá tomarse desde el conocimiento fisiológico de las respuestas del organismo al situarse en Fase III.

Vitaminas, antioxidantes y VO₂max

En alguna ocasión hemos comentado de la conveniencia de la suplementación con antioxidantes en deportistas. Estas recomendaciones se basan casi siempre en modas impuestas por la industria farmacéutica o estética, y menos en fundamentos científicos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Skaug y col, 2014; J Sports Med Phys Fitness 54: 63-9*) en el que los autores investigaron los efectos de la suplementación con antioxidantes sobre los cambios inducidos por el entrenamiento en el VO₂max. Los resultados mostraron que 6 semanas de suplementación con un complejo vitamínico con antioxidantes aumentó las reservas de carotenoides en la piel un 27%, no observando cambios en el grupo placebo. Por otra parte el VO₂max aumentó un 5,6% en el grupo placebo, pero no hubo cambios significativos en el grupo que tomó vitaminas + antioxidantes.

Nuevos datos que nos deben hacer reflexionar sobre cuando y como está indicada una suplementación con multivitaminas y/o antioxidantes en deportistas. Los nutricionistas deportivos deberían tener la última palabra.

Restricción de hidratos de carbono y suplementación con proteínas en ejercicio aeróbico

La biología molecular asociada al ejercicio físico se abre camino con fuerza con el fin de explicar algunas de las adaptaciones que acontecen con el entrenamiento aeróbico. Ya he comentado en alguna ocasión como a veces los modelos utilizados en los experimentos con animales pueden no reflejar comportamientos iguales en humanos, pero en cualquier caso nos ofrecen mecanismos fiables de comprensión de fenómenos adaptativos. Recientemente se han publicado los resultados de una revisión (*Margolis y Pasiakos, 2013; Adv Nutr 4: 657-664*) sobre los efectos de una restricción en la ingesta de hidratos de carbono + suplementación con proteínas asociados a una sesión de entrenamiento aeróbico. Aunque los mecanismos asociados que esas maniobras nutricionales conjuntas en relación a la biogénesis mitocondrial no están claros, distintos estudios han mostrado como la restricción de hidratos de carbono asociado al ejercicio aeróbico potencia los efectos beneficiosos del ejercicio sobre los marcadores de biogénesis mitocondrial; adicionalmente, otros estudios han mostrado que la suplementación con proteínas asociado al entrenamiento aeróbico aumenta la señalización anabólica intracelular y la síntesis de proteínas mitocondriales. Habrá que seguir con atención las investigaciones en esta área, antes de decidirnos trasladar estos procedimientos al entrenamiento habitual.

Esteroides anabolizantes y corazón

A pesar de los efectos secundarios ampliamente difundidos por la utilización de esteroides anabolizantes (EA) son muchos los usuarios de gimnasios que los utilizan para lograr mayor masa muscular. Entre las consecuencias negativas para la salud que se relacionan con los EA, los efectos sobre el sistema cardiocirculatorio ocupan un lugar clave por las consecuencias asociadas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Angell y col, 2014; *Eur J Appl Physiol* 28-ene) en el que los autores valoraron los efectos de los EA sobre estructura y función cardíaca mediante la utilización de resonancia magnética nuclear (CRM). Participaron en el estudio 13 sujetos (30±5 años) que tomaron EA al menos durante 2 años, así como un grupo control de la misma edad que nunca tomó EA. Los resultados mostraron una mayor masa ventricular izquierda en los sujetos que tomaron EA. Los EA se asociaron con una menor fracción de eyección del ventrículo izquierdo, con afectación de la contractilidad del ventrículo izquierdo. No se observó evidencia de fibrosis en ningún participante.

Nuevos datos sobre los efectos negativos para la salud de los ciclos de esteroides anabolizantes. Los profesionales de ciencias de la actividad física y del deporte tienen la responsabilidad conocer e informar a los usuarios de los efectos indeseables de los esteroides anabolizantes. Luego que cada uno decida.

Interval training (III): duración

Una vez tomada la decisión de la carga a aplicar (supongamos 300 W) (PRIMERA DECISIÓN), lo siguiente es determinar la DURACIÓN del entrenamiento. Para ello en primer lugar tenemos que conocer el tiempo máximo hasta el agotamiento vinculado con la carga seleccionada, es decir 300 W; así, dispondremos a nuestro atleta a realizar un test: después de un calentamiento adecuado, aplicaremos la carga seleccionada (300 W) y manteniendo constante la misma valoraremos el tiempo que el sujeto es capaz de mantenerla hasta el agotamiento. De esta forma conoceremos la variable “tiempo máximo de carga” (ejemplo: 4’30”). Una vez conocida esta variable, LA SEGUNDA DECISIÓN del entrenador es: ¿cuánto tiempo total quiero acumular en la carga seleccionada durante la sesión de *interval training*?. Obviamente, ese tiempo siempre deberá ser superior a los 4’30” que es el tiempo máximo de carga. Como ocurre con la carga a aplicar (primera decisión) la duración de la aplicación de la carga también debe estar razonada fisiológicamente en función de las adaptaciones objetivo. Pongamos que el entrenador decide 18 minutos. Es a partir de este momento donde se complica la toma de decisiones, ya que tendremos que decidir, primero, la duración de cada intervalo (<4’30”), y segundo, intercalar descansos después de cada intervalo para llegar a acumular los 18 minutos objetivo de la sesión. En próximas entradas iremos analizando estas decisiones.

Aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) y daño muscular

Los aminoácidos de cadena ramificada (valina, leucina e isoleucina, BCAA) son muy utilizados en los deportes de resistencia aeróbica, fundamentalmente con la finalidad de contribuir a la producción energética ahorrando con ello hidratos de carbono. Los BCAA también se les ha relacionado con otros efectos ergogénicos, y como ayudas preventivas del daño muscular. Teniendo en cuenta que uno de los factores (en corredores de maratón aficionados probablemente el principal factor) que limitan el rendimiento en maratón es el daño muscular asociado a la carrera, los BCAA se han empleado con el fin de minimizar ese daño y con ello aumentar el rendimiento. Recientemente, un grupo de investigadores españoles (*Areces y col, 2104; Amino Acids 30-ene*) han publicado los resultados de un estudio en el que valoraron la efectividad de 7 días de suplementación oral con BCAA (5 g/día; 1:0,5:0,5 –leucina:isoleucina:valina) sobre el daño muscular asociado al maratón. Los resultados mostraron que los BCAA no fueron eficaces para prevenir la pérdida de fuerza muscular, el daño muscular o el dolor percibido asociado a una carrera de maratón.

Así pues, no parece que los BCAA puedan frenar significativamente el daño muscular asociado a las contracciones excéntricas sucesivas características de la carrera de maratón. El entrenamiento excéntrico específico es el pilar en el que los entrenadores han de apoyarse si quieren evitar el descenso del rendimiento asociado al daño muscular en aficionados al maratón.

Calentamiento de músculos respiratorios pre-competición en natación

El entrenamiento específico de los músculos respiratorios ha mostrado su utilidad en la mejora del rendimiento en la mayoría de los deportes de resistencia aeróbica, por lo que este entrenamiento específico debería contemplarse sistemáticamente como parte importante de la planificación del entrenamiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Wilson y col, 2013; Br J Sports Med 1-nov*) en el que los autores investigaron los efectos de un calentamiento específico de los músculos inspiradores (IME) en relación al rendimiento en natación en la distancia de 100 m libres. Los nadadores realizaron 4 modalidades de calentamiento: solo nado, nado + IME (2 series de 30 respiraciones al 40% PIM), nado + IME (2 series de 30 respiraciones al 15% PIM), y solo IME, antes de realizar un test de 100 m libres. Los resultados mostraron que el calentamiento en agua (nadar) + IME se asociaron en mejores tiempos en la prueba evaluada, frente a los calentamientos de solo nadar ó solo IME.

A pesar de las muchas y fuertes evidencias de su efectividad todavía muchos entrenadores no incorporan el entrenamiento específico de músculos respiratorios en su planificación de entrenamiento. En mi opinión, siempre que se busque rendimiento se debería incluir en todos los deportistas con perfil de resistencia aeróbica.

Interval training (IV): repeticiones, series y recuperación

En la entrada anterior habíamos comentado como el tiempo hasta el agotamiento a la potencia de trabajo fijada para la sesión de *interval training* (300 w) fue de 4'30". También se había decidido que la duración de ejercicio total en la sesión de *interval training* a esa potencia (300 W) fuera de 18 minutos (quiero señalar que esto es solo un ejemplo de concepto; es por ello por lo que no hago referencia a la cadencia de pedaleo, posición, etc., podríamos haber elegido carrera o remo....). El siguiente paso es fijar la duración de cada intervalo, la de cada recuperación entre intervalos, así como el número de series y la recuperación entre las mismas. Es esta TERCERA DECISIÓN la más complicada para el entrenador bajo mi punto de vista. Como concepto general las recuperaciones han de ser lo más cortas posibles como para permitir que el atleta alcance los 18 min a 300 W en el menor tiempo total. No hay, o mejor dicho no conozco, un "método" que se pueda aplicar universalmente a todos los sujetos para calcular esos tiempos, así que existen distintas alternativas. Aunque nosotros individualizamos estas variables para cada atleta, comparto aquí la que utilizamos nosotros en términos generales como orientación: 1) para calcular el tiempo de cada intervalo, resto un 20% al tiempo máximo hasta el agotamiento ($4'30'' = 270 \text{ s} - 20\% = 216 \text{ s} = 3'36''$). Así, fijamos los intervalos en 3'36". 2) para calcular el tiempo de recuperación entre intervalos (repeticiones) utilizamos la diferencia entre el tiempo fijado para el intervalo y el tiempo máximo hasta el agotamiento ($270 \text{ s} - 216 \text{ s} = 54 \text{ s}$). Así pues, nuestro atleta realizaría 5 intervalos de 3'36" a 300 W con recuperaciones de 54 s, lo que resultaría un tiempo de 18 min que era el objetivo. En las siguientes entradas trataré de mostrar las bases fisiológicas que hemos de tener en cuenta para tomar las decisiones anteriores. Todo ha de estar suficientemente justificado, de otra forma estaríamos alejándonos del método científico para adentrarnos en el empirismo, algo que cuando se trabaja con *interval training* es bastante frecuente.

Entrenamiento aeróbico y tolerancia al dolor

El entrenamiento aeróbico tiene muchas ventajas fisiológicas pero no hay muchos estudios sobre la influencia en la tolerancia al dolor. Quizás exista una vinculación entre las endorfinas, cuya producción aumenta con el entrenamiento aeróbico, con la percepción del dolor en deportistas de resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Jones y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 5-feb) en el que los investigadores estudiaron los posibles efectos hipo-algésicos del entrenamiento aeróbico. Los sujetos voluntarios realizaron entrenamiento aeróbico durante 6 semanas (3 sesiones por semana de 30 min al 75% VO₂reserva). Los resultados mostraron que en el grupo entrenado aumentó la tolerancia al dolor asociado a isquemia, aunque no se modificó el umbral de dolor asociado a presión.

Los resultados del estudio no son concluyentes, pero sugieren efectos crónicos del ejercicio aeróbico sobre aspectos vinculados a la percepción del dolor.

Frecuencia cardiaca e intensidad de ejercicio: “*drift cardiovascular*”

La frecuencia cardiaca (FC) es una variable muy utilizada para monitorizar la intensidad del ejercicio realizado. Sin embargo, la información vinculada a la frecuencia cardiaca en cuanto a la intensidad de ejercicio realizado no siempre refleja la realidad metabólica muscular. Existen distintas circunstancias que de alguna manera “distorsionan” la información reflejada por la FC; entre estas destaca el llamado “*drift cardiovascular (CV drift)*”. El *CV drift* es un fenómeno caracterizado por el aumento progresivo en función del tiempo (a partir de ~10 min) de algunas variables cardiovasculares, mientras se mantiene la carga de trabajo (ej. velocidad, vatios). El fenómeno se caracteriza por un descenso del volumen sistólico, así como de las presiones arteriales medias sistólica y pulmonar, asociado a un aumento de la frecuencia cardiaca, manteniendo estable el gasto cardiaco. El modelo clásico de justificación del *CV drift*, asocia un aumento del flujo sanguíneo cutáneo por incremento de la temperatura, disminuyendo la presión de llenado del ventrículo izquierdo, con ello el volumen diastólico final, y con ello el volumen sistólico. No obstante estudios posteriores no observaron relación entre el aumento del flujo sanguíneo cutáneo y el descenso del volumen sistólico. Al mismo tiempo se ha demostrado una estabilidad del flujo sanguíneo cutáneo después de 20-30 min de ejercicio. Esos hallazgos ponen en seria duda la teoría clásica de justificación del *CV drift*. Una alternativa a la hipótesis anterior, se basa en que el descenso del volumen sistólico durante ejercicio prolongado es debido a un aumento de la frecuencia cardiaca, lo que provocaría un acortamiento del tiempo de llenado ventricular, esto un descenso del volumen diastólico final, y esto un descenso del volumen sistólico. Así, la administración de beta bloqueantes, que no permite el aumento de la frecuencia cardiaca, permite conservar el volumen sistólico en ejercicio prolongado. La pregunta entonces es: ¿Qué provoca el aumento de la frecuencia cardiaca? Pues no hay una única respuesta. Se ha planteado que el aumento de la temperatura del núcleo provocaría un incremento de la frecuencia cardiaca intrínseca, es decir, provocando una activación de la actividad del nodo senoauricular. Como alternativa, no excluyente, la fatiga del sistema neuromuscular asociada al ejercicio prolongado activaría los metabolorreceptores musculares y esto activaría el sistema simpático adrenal, y por tanto inmediatamente la frecuencia cardiaca. Evidentemente la deshidratación *per se* también justificaría el aumento de la frecuencia cardiaca por descenso del volumen sistólico debido a un descenso del volumen plasmático.

Todo lo anterior justifica plenamente que la frecuencia cardiaca no pueda ser considerada una variable fiable de la intensidad de ejercicio cuando este es prolongado en el tiempo.

¿Con que frecuencia se debería aplicar una sesión de *Interval training*?

El entrenamiento interválico tan utilizado en el ámbito del rendimiento se ha puesto “de moda” en el área del deporte recreacional y vinculado a la salud. Algo que particularmente aplaudo, sin que por ello nos olvidemos de las ventajas del entrenamiento continuo. ¿con que frecuencia se debería aplicar una sesión de *interval training (HIT)*? Habitualmente se aplica con frecuencia semanal, pero esto se hace esencialmente “porque sí”, porque está en los manuales. Para responder a la pregunta anterior queda mucha investigación que desarrollar. En este contexto, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Hatle y col, 2014; PLoSOne 7-feb) en el que los autores compararon las adaptaciones cardiovasculares asociadas a la realización de 24 sesiones de HIT distribuidas en 3 (HF) u 8 (MF) semanas. Asimismo se valoró un periodo de desentrenamiento de 9 semanas, con ambos regímenes de entrenamiento. Se evaluó el VO₂max antes del entrenamiento, después de las sesiones 9^ª y 17^ª, y 4 días después de finalizar la sesión 24. En el periodo de desentrenamiento, el VO₂max se evaluó después de 12 días, y cada 2 semanas. También se realizaron ecografías cardiacas, test de difusión pulmonar, flujo arteria braquial y actividad de la citrato-sintasa del vasto lateral, antes y después del entrenamiento. Los resultados mostraron que las adaptaciones cardiovasculares después de HF se retrasaron respecto a MF. Cuatro días después de finalizar el entrenamiento el grupo HF no mostró aumento significativo del VO₂max, mientras que el grupo MF mostró un aumento significativo del 10,7%. El grupo HF alcanzó el VO₂max a los doce días del periodo de desentrenamiento, en comparación con una reducción del 7,9% en el grupo MF.

Aunque los datos aportados por esta investigación se basan en protocolos un tanto extremos y no muy reales, los resultados son interesantes. El “mensaje”, al menos el que yo alcanzo a interpretar, es la necesidad de espaciar las sesiones de HIT, algo que los entrenadores ya aplican habitualmente. En mi opinión, las sesiones de HIT no deberían superar las 2 semanales para la mayoría de los sujetos, aunque como toda generalización es receptiva de diferentes matizaciones.

Interval training (V): ¿qué respuesta fisiológica se busca?

En el diseño de una sesión de entrenamiento con intervalos se ha de tener en cuenta las adaptaciones que se pretenden conseguir. Alcanzar el objetivo dependerá de las respuestas provocadas por el entrenamiento, y estas de cómo conjugamos los distintos componentes del *interval training*. A continuación comentaré algunos aspectos fisiológicos a tener en cuenta: en la fase inicial del intervalo, el sistema porta-oxígeno (respuestas respiratoria y cardiocirculatoria) no alcanza los valores requeridos de suministro de oxígeno a los músculos debido a la cinética del VO_2 . Por tanto, una parte importante de los ATP requeridos para esa carga se obtendrán de las reservas intracelulares de oxígeno de la mioglobina, y de los fosfatos ricos en energía. Hay que tener en cuenta que la utilización de esos fosfágenos puede hacer variar la relación ATP:ADP-AMP, algo interesante de cara a obtener estímulos intracelulares. Quizás la respuesta metabólica más buscada con el entrenamiento con intervalos sea la activación del metabolismo del lactato (glucólisis anaeróbica). La tasa de producción de lactato dependerá de la intensidad, mientras que la cantidad de lactato producido dependerá de la duración del ejercicio a esa intensidad. Por consiguiente, la concentración de lactato en sangre será el resultado del balance entre la producción y el aclaramiento o eliminación del mismo. Hay que tener en cuenta que la duración de los intervalos es un factor más crítico de la duración de las fases de recuperación, en determinar si el lactato se acumulará ó no. Así, periodos cortos de ejercicio (20-30 s) permiten alcanzar un estado estable de lactato, a pesar de que la intensidad sea superior al máximo estado estable del lactato (MLSS). La ventaja de este perfil de protocolo es que la intensidad de ejercicio podrá ser sostenida más tiempo, dando como resultado un mayor tiempo total de estímulo a altas intensidades. Protocolos de 3-4 min en Fase III, se asocian con niveles altos de lactato, algo que mejora los sistemas de transporte, así como la tolerancia al lactato. Además, hay que tener en cuenta que la acidosis asociada limita la actividad de la enzima fosfofructoquinasa (FFK), lo que conlleva un cierto freno de la glucólisis, y por consiguiente una activación adicional de las rutas aeróbicas de obtención de energía. Es por ello, que estos protocolos son muy eficaces para mejora del VO_2max .

Hay muchos más aspectos que comentar y discutir de esta modalidad de entrenamiento, como las características de la recuperación, etc., pero no pretendo alargar en exceso esta serie de entradas dedicadas al interval training. Eso sí, os animo a alejaros de las recetas establecidas y tratar siempre de justificar fisiológicamente por qué utilizar intervalos de 2,3,5, ó 8 min, por qué recuperación activa o pasiva, por qué periodos de recuperación de 1,2,4 ó "5" minutos, etc.

Ejercicio de fuerza después de sesión de resistencia aeróbica

Los efectos condicionantes en la respuesta fisiológica al ejercicio de fuerza y resistencia han sido estudiados desde hace tiempo. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Rezaee y col, 2014; *J Sports Med Phys Fitness* 54: 244-51) en el que los autores investigaron la influencia del ejercicio de fuerza (R) realizado después de ejercicio de resistencia aeróbica (E), sobre las respuestas de hormona del crecimiento (GH), testosterona total (TT), testosterona libre (FT), IGF-1 y cortisol. Los sujetos realizaron 4 protocolos: R, E, ER y control en sesiones separadas por una semana. Se obtuvieron muestras de sangre antes, justo después y a los 15 min de finalizar la sesión. Los resultados mostraron aumentos significativos de GH, lactato, TT y FT después de la sesión de fuerza, y de la GH, lactato, FT y IGF-1 después de las sesiones de resistencia aeróbica, y la combinada aeróbico-fuerza. Los niveles de ácidos grasos libres solo aumentaron después del ejercicio aeróbico, y el cortisol disminuyó significativamente después de ER y E. En conclusión, las respuestas de la GH, TT y cortisol al ejercicio de fuerza después de la realización de ejercicio aeróbico se redujeron significativamente. Este efecto quizás fue debido al aumento de los ácidos grasos libres asociado al ejercicio aeróbico.

Apoyo psicológico: pilar fundamental para perder peso

Gran parte de nuestra sociedad se debate entre la pretensión de conservar un cuerpo aceptablemente estético, y el deseo irreprimible de consumir alimentos de perfil poco saludable pero muy apetecibles. Y en ese pulso entre ingesta y gasto energético, suele aparecer como vencedor el primero de los factores. Así, los índices de sobrepeso y obesidad van en aumento en la mayoría de los países de nuestro entorno. Esa pretensión de conservar cierta estética del cuerpo, que con frecuencia ellas y ellos ocultan bajo el manto de ganar en salud, propicia necesidades de servicios (gimnasios, entrenadores, nutricionistas, etc.) al tiempo que negocios lucrativos. Así aparecen los/as “iluminados/as” que dicen aportar soluciones definitivas, ya sea a través de dietas con denominación anglosajona o francesa, ya sea con programas de ejercicio “extremos” ó “callejeros” o de cualquier otra naturaleza estrambótica. Lo peor es que estas propuestas son muy bien aceptadas por los consumidores, incluso son aprovechadas por los medios de comunicación (ej. TV) para ganar audiencia, pero en el fondo muchos de nosotros sabemos que el índice de éxito a largo plazo es muy bajo. Claro que no importa, en unos meses habrá nuevos iluminados/as que despertarán la curiosidad de las personas que siguen luchando por controlar su grasa corporal en una guerra perdida de antemano, perpetuando el negocio. Y este contexto, muchas veces nos olvidamos (incluso nos da cierto miedo) que lo que realmente ocurre es que las personas no son capaces de controlar su avidez por consumir ciertos alimentos. Y eso no es un problema de conocimiento, sino de control “psicológico”. Bajo mi punto de vista, la clave está en una adecuada alimentación, y por tanto en la participación de un profesional de la nutrición. Esto es algo obvio. Pero si realmente queremos resolver el problema a largo plazo, el/la psicólogo/a debe trabajar codo con codo con el nutricionista, si no es así, el fracaso ocupará un lugar en el podio con mucha frecuencia. NO, no me he olvidado del ejercicio, como iba a hacerlo!, por supuesto que es fundamental, pero inicialmente yo lo contemplaría como un apoyo a la nutrición y la psicología. Pretender luchar contra el sobrepeso y la obesidad solo con el ejercicio es un mensaje muy bonito, pero irreal en la práctica.

En mi opinión el trabajo en equipo, pero en equipo de verdad (algo que los latinos enmarcamos con frecuencia solo en el anuncio), de nutricionistas, psicólogos y licenciados ó graduados en ciencias de la actividad física y el deporte, puede hacer que las personas que nos llegan con sobrepeso y/o obesidad puedan ser atendidas por verdaderos profesionales que buscan soluciones y no negocio.

Alcohol y ejercicio: cuidado con el “tercer tiempo”

Hace unas semanas comentaba los resultados de un estudio (Vingren y col, 2013; *Med Sci Sports Exerc* 45: 1825) en el que los autores investigaron la biodisponibilidad de testosterona y del medio endocrino anabólico en respuesta a una ingesta de alcohol (etanol) después de un ejercicio estandarizado de fuerza. Los resultados mostraron que entre los 140 y 300 min post-ejercicio las concentraciones de testosterona, testosterona libre e índice de andrógenos libres fue mayor en las condiciones de consumo de alcohol. Recientemente se han publicado los resultados de otro estudio (Parr y col, 2014; *PLoS One* 12-feb) similar, pero en esta ocasión se investigó sobre los efectos del alcohol en el *turnover* de proteínas miofibrilares de músculo esquelético (síntesis de proteínas miofibrilares, MPS). Los sujetos realizaron una sesión de ejercicio intenso: fuerza (8x5 repeticiones de extensión de piernas al 80%1RM), seguido de 30 min de ejercicio continuo en bicicleta al 63% Wmax, seguido de interval training (10x30 s, 110% Wmax). Inmediatamente al terminar y a las 4 h los sujetos consumieron 25 g de proteínas de suero (PRO), la misma cantidad con alcohol (1,5 g/kg) (ALC-PRO) ó el equivalente calórico de hidratos de carbono con alcohol (ALC-CHO). Se obtuvieron muestras de músculo por biopsia en reposo y a las 2 y 8 h post-ejercicio. Los resultados mostraron que la fosforilación del mTOR 2 h después del ejercicio fue mayor en el grupo PRO, comparado con ALC-PRO y ALC-CHO. La tasa de MPS aumentó en todas las condiciones pero fueron menores (24-37%) cuando se ingirió alcohol. En resumen, el consumo de alcohol redujo la tasa de MPS aún ingiriéndolo con proteínas.

*Este estudio aporta datos de los efectos negativos del consumo de alcohol sobre la respuesta anabólica en el músculo esquelético después de una sesión de ejercicio, algo que puede afectar a los procesos de recuperación y lo que es más importante a las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento. A pesar de estos resultados, sigo pensando que en **algunas ocasiones** una cervecita después de entrenar supera en beneficios globales a los efectos deletéreos del alcohol.*

Entrenamiento de fuerza en deportistas de resistencia aeróbica

Desde hace tiempo todos los entrenadores de atletas de resistencia aeróbica incluyen las sesiones de fuerza como parte integral del entrenamiento. Las adaptaciones neuromusculares asociadas al entrenamiento de fuerza se vinculan a un mayor rendimiento en atletas, ya sea por mejoras de la economía de carrera, ya sea por resistencia a la fatiga, o por otras adaptaciones. Recientemente se ha publicado una completa revisión (*Beattie y col, 2014; Sports Med 15-feb*) de la literatura científica de artículos originales relacionados con los efectos del entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento en atletas de resistencia aeróbica. Los resultados en conjunto mostraron que el entrenamiento de fuerza mejora el rendimiento en atletas de elite de resistencia aeróbica.

Sobre la modalidad del entrenamiento de fuerza a aplicar, aún son necesarias investigaciones que aporten las características más ventajosas en términos de rangos de velocidad, grupos musculares, tipo de contracción, etc.

Recuperación de la frecuencia cardiaca post-ejercicio

Como ya he comentado en anteriores entradas, los procesos de recuperación post-ejercicio son complejos al implicar mecanismos fisiológicos a distintos niveles (neuromuscular, metabólico, etc.) dependientes de la duración e intensidad de ejercicio, así como del estado de entrenamiento de los sujetos, entre otros factores. Lo anterior hace difícil la normalización de variables fisiológicas en la recuperación post-ejercicio. Entre las variables más utilizadas como referencia en la recuperación está la frecuencia cardiaca. Sin embargo, hasta ahora no había referencias de normalidad de los índices de recuperación de la misma después de un esfuerzo controlado. Nuestro grupo acaba de publicar recientemente (*Vicente-Campos y col, 2014; Eur J Appl Physiol 20-feb*) los resultados de un estudio en el que examinamos la recuperación de la frecuencia cardiaca (HRR) después de una prueba de esfuerzo controlada. Participaron 789 hombres sanos físicamente activos (la gran mayoría deportistas de resistencia aeróbica) que realizaron un test de esfuerzo en tapiz rodante. Se calcularon diferentes índices de HRR: descenso de la frecuencia cardiaca entre la máxima alcanzada en el test de esfuerzo (HRmax) y la obtenida en los minutos 1 y 3 de recuperación (HRR1 y HRR3). También determinamos el cambio relativo en HRR como % HRRmax (%HRR1/HRmax y %HRR3/HRmax). Con estos datos generamos los percentiles de normalidad de HRR1 y HRR3. Los resultados mostraron valores medios de HRR1 y HRR3 de $15,24 \pm 8,36$ y $64,58 \pm 12,17$ lpm, mientras que los valores para %HRR1/HRmax y %HRR3/HRmax fueron de $8,60 \pm 4,70$ y $36,35 \pm 6,79$, respectivamente. Observamos una correlación significativa entre los valores de HRR3 y %HRR3/HRmax con el VO_2 max alcanzado en la prueba de esfuerzo. Nuestros resultados ofrecen por primera vez datos de normalización de la frecuencia cardiaca post-ejercicio en hombres deportistas, pudiendo incorporar esta variable como una más en la valoración de las pruebas de esfuerzo en deportistas. Por otra parte, y a partir de aquí seguiremos investigando en la recuperación de la frecuencia cardiaca entre intervalos en *interval training* con el objetivo de conseguir aportar más datos para la individualización de los tiempos de recuperación entre intervalos.

Perfil fisiológico del corredor de maratón

Ya que hemos entrado plenamente en la temporada de carreras populares, me gustaría ir repasando con vosotros algunos aspectos fisiológicos del corredor de resistencia aeróbica; así que a partir de mañana destinaré dos entradas a la semana a distintos aspectos del perfil fisiológico del corredor primero, y de la fisiología de la propia carrera después. Espero que os resulte interesante, y sobre todo que ayude a entender los procesos del entrenamiento.

Perfil fisiológico del corredor de maratón I: “Aspectos morfológicos y de composición corporal”

En la carrera de maratón y en general en las disciplinas de resistencia aeróbica los aspectos fisiológicos cobran el máximo protagonismo desde el punto de vista del rendimiento. La fisiología del ejercicio nos enseña cómo funciona el organismo durante el ejercicio. De manera que para entender por qué debemos entrenar de una determinada manera, o asumir un determinado plan de entrenamiento, hemos de comprender, aunque sea básicamente, como se comporta nuestro organismo durante la carrera de fondo (resistencia aeróbica) y como consecuencia de ello que necesidades adquiere para llevar a cabo esa actividad.

Aspectos morfológicos y de composición corporal. La talla (en el rango de la normalidad) no es un impedimento, ni es decisiva, a la hora de conseguir buenas marcas en maratón. Podemos correr a 4'10"/km durante 178 minutos (sub-3) con una talla de 1m 68cm ó de 1m 86cm. Obviamente, hay un perfil “ideal” que podemos ver representado en los grandes campeones de maratón, pero nuestra talla no es modificable con el entrenamiento, ni con la alimentación, así que no vamos a preocuparnos mucho más por este apartado. Frente a la talla, la masa corporal (el peso), si es un factor crítico para el corredor. A cada zancada debemos elevar del suelo nuestro cuerpo mediante acciones musculares precisas, y a continuación debemos “aterrizar” soportando y amortiguando nuestra masa corporal, también mediante acciones musculares. Levantar nuestro cuerpo en contra de la gravedad, y aterrizar de nuevo, es la esencia de la carrera, y nos cuesta mucha energía. Es fácil entender pues, que a menor masa corporal (peso), menor será el gasto energético, más económico será correr, menos sufrirán nuestras articulaciones, y por consiguiente más fácil será alcanzar nuestro objetivo. La masa corporal está determinada por distintos componentes. Algunos son poco modificables (agua, hueso, etc.), mientras que otros si lo son de forma significativa (el tejido graso y el tejido muscular). Por consiguiente nos interesan estos últimos al ser susceptibles de cambios. El exceso de grasa y las estructuras óseas voluminosas constituyen un peso muerto para el corredor, por lo que es fácil entender que un menor contenido en grasa corporal y unos huesos más pequeños, otorgarán ventaja para correr en resistencia aeróbica. El tamaño de nuestros huesos no podemos modificarlos, por lo que nos centraremos en el contenido de grasa corporal. Éste se expresa en términos relativos a la masa total del cuerpo, de manera que al enunciar un 15%, queremos decir que el 15% del peso total del individuo es tejido adiposo o grasa. Todos los corredores de maratón de alto nivel se caracterizan invariablemente por tener un bajo contenido en grasa en su organismo (aproximadamente un 7,5%). En maratonianos aficionados, que pretenden correr rápido, el % de grasa debería situarse en torno al 11% en hombres y 27% en mujeres.

Entrenamiento interválico vs continuo en pacientes coronarios

Hasta hace relativamente poco tiempo el ejercicio físico recomendado en pacientes coronarios se asociaba a baja/moderada intensidad y en la modalidad de continuo; los estudios clínicos desarrollados con el trabajo interválico ha llevado a los cardiólogos a considerar también como alternativa al entrenamiento aeróbico interválico en algunos perfiles de pacientes. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (*Pattyn y col, 2014; Sports Med 19-feb*) cuyo objetivo fue valorar los efectos del entrenamiento interválico (AIT) vs continuo (MCT) sobre el VO_2pico , capacidad de ejercicio submáximo y peso corporal en pacientes con enfermedad coronaria con fracción de eyección ventricular izquierda preservada y/o reducida. Se analizaron 206 pacientes, 100 entrenaron AIT y 106 con MCT. Los resultados mostraron que el VO_2pico aumentó más con AIT, mientras que el MCT fue más efectivo para reducir el peso corporal.

Aunque el número de pacientes de este estudio no es muy elevado los resultados están en la línea de los últimos ensayos clínicos. La optimización de la prescripción de ejercicio en este perfil de pacientes requiere que los cardiólogos abran su perspectiva en relación al ejercicio, y sobre todo colaboren con médicos formados en fisiología clínica del ejercicio para elaborar los planes de entrenamiento más eficaces.

Perfil fisiológico del corredor de maratón II: “Características de las fibras musculares”

En los músculos locomotores tenemos diferentes tipos de fibras (células) musculares; las hay de contracción rápida y fácilmente fatigables (tipo II) y las hay de contracción lenta y resistentes a la fatiga (tipo I). En la mayoría de las personas ambas están repartidas aproximadamente al 50% en el total de las fibras musculares. Los corredores de elite de maratón poseen una clara prevalencia de fibras tipo I (>70%), hecho que posibilita una gran resistencia a la fatiga muscular. Por consiguiente, es necesario un % alto de fibras tipo I si se pretende realizar buenas marcas en maratón. Afortunada o desafortunadamente, poco podemos hacer para lograr esta alta proporción de fibras lentas, ya que la proporción de fibras musculares está en gran parte determinada genéticamente. Las fibras musculares tipo I, son células muy resistentes a la fatiga ya que utilizan esencialmente el metabolismo aeróbico para conseguir energía para la contracción, por lo que no producen productos relacionados con la fatiga muscular, como el ácido láctico producido sobre todo por las fibras tipo II.

Cuando corremos, nuestro sistema nervioso “ordena” la participación de unas fibras musculares u otras en función de la fuerza que haya que aplicar (en el caso de la carrera para correr más rápido o más lento). De tal manera que si imaginamos un protocolo en el que partiendo de velocidades lentas vayamos incrementando progresivamente la velocidad de carrera, en las velocidades más lentas (menos tensión/fuerza muscular requerida) las fibras reclutadas serán mayoritariamente (aunque no exclusivamente) las fibras lentas (tipo I); conforme la velocidad aumente, más fibras tipo I participarán, hasta llegar a una velocidad en las que a las tipo I se comenzarán a unir progresivamente las fibras II, que serán reclutadas en su totalidad a velocidad máxima. Es fácil entender que si la participación de las fibras II se relaciona con la fatiga, el corredor de maratón debe tratar de reforzar a todos los niveles las capacidades de las fibras tipo I, ya que con ello retrasará la necesidad de reclutar a las fibras tipo II, y con esto retrasará la fatiga, por lo que podrá correr más tiempo a una determinada velocidad. Como adelanto a lo que luego se abordará, debe quedar claro que *solo podremos mejorar la función de las fibras I, si en el entrenamiento implicamos a las fibras I*. Algo interesante a remarcar hace referencia a la influencia de la edad en la proporción y características de las fibras musculares. Así, debido a modificaciones que acontecen en nuestro sistema nervioso central conforme envejecemos, nuestras fibras musculares irán tomando un patrón de contracción más lento según avanza la edad; es decir, la relación “funcional” de fibras I/II, aumenta según vamos cumpliendo años, y además esto es algo que no podemos evitar, ni siquiera con el entrenamiento. *En definitiva, nos hacemos más lentos.*

N-acetil-cisteína y rendimiento

La N-acetil-cisteína (NAC) es una forma estable del aminoácido no esencial L-Cisteína, que actúa como estabilizador para la formación de estructuras de proteínas, siendo también un componente necesario para la formación de glutatión, que posee propiedades antioxidantes. La NAC es considerada una ayuda ergogénica y se utiliza en el deporte de resistencia aeróbica desde hace tiempo. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Slattery y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 26-feb*) en el que los investigadores examinaron sus efectos ergogénicos asociados a cambios en el balance redox y estatus inflamatorio durante entrenamiento intenso. Durante 9 días se administró 1200 mg/día de NAC ó placebo a triatletas bien entrenados, realizando una competición simulada sobre cicloergómetro. Los resultados mostraron una mejora del rendimiento en el grupo NAC. También mejoró la capacidad total antioxidante, reduciendo el daño oxidativo asociado al ejercicio, atenuando al mismo tiempo la actividad pro-inflamatoria.

Bajo mi punto de vista la suplementación con N-acetil-cisteína debería contemplarse en determinadas fases del entrenamiento en deportistas de resistencia aeróbica.

Suplementación con creatina en edad avanzada

En varias ocasiones me he referido a la necesidad de abrir investigaciones sobre la eficacia y seguridad de administrar distintas ayudas ergogénicas utilizadas en el ámbito del deporte en personas de edad avanzada. Sus indicaciones deben ser controladas médicamente, debido a las frecuentes enfermedades que parecen estas personas. En este contexto sabemos que el descenso de la masa y función muscular se asocian casi invariablemente con el avance de la edad y esto repercute en la vida diaria de los ancianos en muchos sentidos. Para intentar frenar este proceso fisiológico desde hace tiempo se recomienda el entrenamiento de fuerza en edad avanzada, y en algunos casos se ha completado con la suplementación con creatina, ayuda ergogénica de eficacia probada en personas jóvenes. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (Devries y Phillips, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 26-feb) con el que los investigadores quisieron estudiar si añadir creatina al entrenamiento de fuerza en edad avanzada incrementaba más la masa y fuerza muscular. Se analizaron estudios que englobaron a 357 adultos mayores (63,6 años) y que entrenaron fuerza al menos 6 semanas, con y sin suplementación con creatina (Cr). Los resultados mostraron que el entrenamiento de fuerza + Cr indujo mayor masa muscular, fuerza (mayor aumento en press de banca y press de piernas, pero sin diferencias en bíceps o extensión de rodilla) y capacidad funcional (test de la silla de 30 s).

Aunque fueron pocos los estudios analizados, los resultados apuntan en la dirección de considerar esta ayuda ergogénica como parte de la estrategia para mejorar la función muscular en adultos mayores de edad. La posible prescripción ha de situarse en el ámbito médico con el fin de asegurar la seguridad e indicación para el anciano.

Perfil fisiológico del corredor de maratón III: “Características metabólicas o energéticas”

La tipología muscular marca el perfil metabólico de los músculos del corredor de maratón. Para llevar a cabo la contracción muscular que permite correr es necesario generar energía en las llamadas rutas metabólicas. Estas se dividen en dos grandes vías: las rutas aeróbicas, que en presencia de oxígeno pueden obtener energía (ATP = adenosín-trifosfato), y las rutas anaeróbicas, que pueden obtener energía (ATP) sin la presencia de oxígeno. Las fibras musculares lentas ó tipo I, son fibras esencialmente aeróbicas con sistemas desarrollados para conseguir energía en presencia de oxígeno a partir de las grasas, los hidratos de carbono e incluso de las proteínas. Por su parte, las fibras tipo II, tienen desarrollado especialmente las rutas anaeróbicas de obtención de energía, pudiendo generar ATP solo a partir de los hidratos de carbono, produciendo además ácido láctico como producto final de la reacción. Como hemos comentado anteriormente, el perfil típico del corredor de maratón, se enmarca en un predominio de fibras tipo I, y por tanto con un desarrollo importante de las rutas aeróbicas de obtención de energía durante el ejercicio. De estas vías o rutas metabólicas las más importantes para el corredor de maratón sub-3 son las del metabolismo de las grasas e hidratos de carbono. Así, dos son los combustibles principales durante la carrera de maratón, los hidratos de carbono y las grasas (ácidos grasos). Los hidratos de carbono se almacenan en nuestro organismo en forma de glucógeno, esencialmente en el hígado y en los músculos esqueléticos, mientras que los ácidos grasos lo hacen formando el tejido adiposo, que se acumula debajo de la piel (subcutáneo), entre las vísceras (abdominal) o en el interior de los músculos (intramuscular). El glucógeno tiene una máxima capacidad de almacenamiento, de manera que aunque nos alimentemos correctamente, las reservas se agotarían en unas 2-2,5 h de carrera a ritmo de 4 min/km. Por otra parte, sabemos que el agotamiento del glucógeno implica invariablemente fatiga (entendiendo por fatiga el hecho de tener que disminuir el ritmo de carrera, no necesariamente detenerse), así que si agotamos las reservas de glucógeno la fatiga está asegurada. Pues bien, el entrenamiento del corredor de maratón tiene como uno de sus principales objetivos, “acostumbrar” o “facilitar” el consumo de ácidos grasos (grasas) como fuente de energía, de tal manera que conforme más grasa sea capaz de utilizar más glucógeno ahorrará, más tarde se producirá (si se produce) el agotamiento de las reservas de glucógeno, y más tarde aparecerá la fatiga muscular. El llamado “muro” del maratón, o “pasar el muro”, hace referencia al momento en que los corredores se vacían de glucógeno (fatiga) y deben proseguir su carrera utilizando casi exclusivamente las grasas, lo que ocasiona unas malas sensaciones y lo que es más importante y decisivo, un descenso muy significativo en el ritmo de carrera. Por tanto, el entrenamiento debe provocar adaptaciones que se traduzcan en una mejor y más precoz utilización de las grasas (hasta 7 veces mayor que en un sedentario), con una menor utilización de los hidratos de carbono, retrasando con ello su depleción. Esta adaptación, quizás una de las más importantes del corredor de maratón, solo se conseguirá a base de horas de entrenamiento a baja/moderada intensidad (entrenamiento continuo extensivo). Por tanto, a base de volumen y no de intensidad. Así, rodajes de 30 km a ritmo moderado, y un acúmulo de kilómetros suficiente a la semana (~100 km), serán obligados si no queremos enfrentarnos al famoso “muro” de los maratonianos.

Correr cuesta abajo reduce la economía de carrera

El daño provocado en las células musculares debido a su propia contracción puede reducir la economía de carrera (uno de los pilares básicos del rendimiento) al alterar el patrón de reclutamiento de las unidades motoras, y con ello inevitablemente el rendimiento. Si esta asociación está más marcada cuando se corre cuesta abajo no ha sido muy estudiado. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Baumann y col, 2014; J Strength Cond Res 12-feb*) en el que los autores determinaron si la economía de carrera (RE) se redujo a las 48 h de realizar 30 min (6x5 min con 2 min de recuperación) de carrera en tapiz rodante (65-75% VO₂max) con pendiente negativa al 12%. La RE se determinó con velocidades correspondientes al 65 y 75% VO₂max. Los resultados mostraron que a las 48h del entrenamiento la fuerza del cuádriceps se redujo significativamente, mostrando además un costo de oxígeno un 4-6% más alto para una intensidad del 65% VO₂max. En conclusión, correr cuesta abajo reduce le economía de carrera al 65% VO₂max, pero no al 75% VO₂max.

Aunque los resultados del estudio no dejan clara la verdadera influencia de correr cuesta abajo (más intensidad de contracción excéntrica) sobre la economía de carrera, debemos ser prudentes en la planificación del entrenamiento para no recomendar sesiones cuesta abajo pocos días antes de carrera de resistencia aeróbica en las que la economía de carrera se vincula directamente al rendimiento.

β -hidroxi- β -metilbutirato y entrenamiento de fuerza

La utilización del β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) es cada vez más frecuente en el entrenamiento deportivo, si bien no son muchos los estudios que han estudiado su eficacia en sujetos ya entrenados en fuerza durante un tiempo prolongado. Recientemente se han publicado los resultados de un ensayo doble ciego (*Wilson y col, 2014; Eur J Appl Physiol 6-mar*) sobre los efectos de 12 semanas de suplementación con HMB en sujeto entrenados sobre la hipertrofia muscular, composición corporal, fuerza y potencia muscular. También se estudiaron los efectos de la suplementación con HMB sobre el daño muscular y rendimiento durante un periodo de sobrecarga de entrenamiento (*overreaching*). Los resultados mostraron que el grupo HMB aumentó más la fuerza y potencia musculares, así como la ganancia de peso libre de grasa. Por otra parte, durante el periodo de *overreaching* el HMB atenuó el aumento de creatín-quinasa y cortisol, respecto al grupo control. En resumen, este estudio sugiere que el suplementación con HMB aumenta la hipertrofia, fuerza y potencia musculares, al tiempo que atenúa el descenso del rendimiento en periodos de sobrecarga de entrenamiento.

Este y otros estudios sugieren que el β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) debe formar parte de la rutina de suplementación asociada al entrenamiento de hipertrofia, fuerza y potencia muscular.

El agotamiento de glucógeno modifica la liberación de calcio del retículo sarcoplásmico

El calcio (Ca) es imprescindible para la contracción muscular. Así, la despolarización del sarcolema provoca la salida del Ca del retículo sarcoplásmico al citosol donde se unirá a la subunidad C de la troponina permitiendo con ello un cambio de configuración de la proteína y la unión de actina y miosina. Esta unión provocará tensión muscular interna que se traducirá en fuerza aplicada que utilizaremos para correr, remar, nadar, pedalear, etc. Sabemos de la importancia del glucógeno en el rendimiento deportivo, y también conocemos las consecuencias del agotamiento de glucógeno asociado a la fatiga. Un estudio reciente (*Gejl y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 46: 496-505*) muy bien diseñado trató de arrojar algo más de luz en la relación depleción de glucógeno-fatiga. Los autores investigaron la influencia del contenido de glucógeno muscular sobre la función del retículo sarcoplásmico (SR) en atletas de elite ($VO_2\text{max}$: 66,5 ml/kg/min). Para ello los sujetos realizaron un protocolo de 4 h pedaleando para disminuir el glucógeno muscular, y durante las siguientes 4 h de recuperación los sujetos ingirieron hidratos de carbono ó solo agua. Los resultados mostraron una reducción del 32% del glucógeno y del 86% en la liberación de Ca del SR al finalizar el ejercicio; los sujetos que repusieron el glucógeno normalizaron los valores de liberación de Ca, mientras que aquellos que bebieron solo agua mantuvieron alterada la función del SR. Por otra parte, la potencia máxima se redujo entre un 5,5 y un 8,9% después de las 4 h de ejercicio, pero mientras que la recuperación con hidratos de carbono recuperó la W_{max} a las 4 h de recuperación, la ingesta solo de agua mantuvo disminuidos los valores de W_{max} a las 4 h de finalizado el ejercicio.

Unos datos más sobre la importancia que para el deportista de resistencia aeróbica tiene mantener los niveles de glucógeno muscular durante la competición. Ello dependerá básicamente de las adaptaciones al entrenamiento, y de la adecuada reposición durante la competición.

Perfil fisiológico del corredor de maratón IV: “Características cardiocirculatorias”

Un sistema cardiovascular adaptado es decisivo para el corredor de resistencia aeróbica, de tal manera que las largas sesiones de entrenamiento persiguen entre otros objetivos, por un lado, generar una potente bomba cardiaca, y por otro, establecer un sistema de distribución de la sangre eficaz, que permita llevar oxígeno y nutrientes a todos los tejidos del organismo, especialmente a los protagonistas del mismo, los músculos locomotores. Frente a lo que durante muchos años se consolidó como un hecho irrefutable, esto es, corazones de gran tamaño en corredores de resistencia aeróbica, hoy día, sabemos que aunque es cierto que se produce de forma fisiológica un aumento del tamaño del corazón (hipertrofia cardiaca) como resultado de los años de entrenamiento, este crecimiento se enmarca en los límites considerados fisiológicos en el ámbito clínico. Es decir, el entrenamiento de resistencia aeróbica no justifica universalmente hipertrofias del corazón por encima de los límites clínicamente establecidos. El corazón del corredor de maratón se caracteriza por tener unas paredes (músculo cardiaco) fuertes y algo hipertrofiadas, con cámaras (ventrículos y aurículas) amplias para poder albergar elevados volúmenes de sangre, y proyectarlos a continuación a todo el árbol vascular. Pero quizás la adaptación más importante y a la vez decisiva del corazón de un deportista de resistencia aeróbica, radique en su capacidad de llenarse fácilmente de sangre (lo que se conoce técnicamente como *compliance* o distensibilidad). Podemos decir, que el corazón de un maratoniano es un corazón fácilmente distensible (elástico), de cavidades amplias, y a la vez fuerte en su contracción. En definitiva, un corazón capaz de llenarse más (en relación a un sedentario), y contraerse más fuerte, llevando más sangre oxigenada hacia todos los tejidos del organismo. El sistema circulatorio también se adapta de forma importante al estímulo del entrenamiento, y lo hace a varios niveles. En primer lugar, la distribución de la sangre oxigenada desde el corazón hacia los tejidos se realiza de manera más eficaz por medio de vasos sanguíneos más dilatados, que favorecen el paso de la sangre por su luz. En segundo lugar, el retorno de la sangre venosa al corazón, una vez realizado el intercambio de oxígeno y nutrientes en los tejidos, está favorecido por un sistema venoso más elástico y con mayor tono. Y en tercer lugar, y esto es muy importante, el volumen de la sangre (volumen plasmático) aumenta como consecuencia del entrenamiento, de manera que el corredor de maratón tiene más sangre circulando por el árbol vascular que un sujeto no entrenado. Un mayor volumen sanguíneo aporta muchas ventajas, entre las que podemos destacar: 1) posibilita o permite que el corazón pueda lanzar más sangre oxigenada a los tejidos al poder llenarse más; y 2) permite mayores tasas de sudoración como mecanismo termorregulador (el sudor proviene de un ultrafiltrado del volumen plasmático), antes que el volumen de sangre alcance un nivel crítico que pueda afectar al llenado cardiaco, y con ello al volumen de sangre que sale del corazón en cada contracción, y con ello a la oxigenación de los tejidos e instauración de fatiga. Estas adaptaciones circulatorias, favorecen valores de tensión o presión arterial generalmente menores que en sujetos no entrenados, especialmente de las cifras de presión arterial diastólica.

Entrenamiento mental y fatiga neuromuscular

El entrenamiento mental en el ámbito deportivo es frecuentemente utilizado por los deportistas de élite. Se ha demostrado que el entrenamiento mental es capaz de aumentar la fuerza muscular, pero no se conoce si estas sesiones de entrenamiento pueden asociarse a fatiga neuromuscular. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Rozand y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 4-mar) en el que los autores investigaron alteraciones neuromusculares después de: 1) una sesión de entrenamiento mental que incluía visualización de contracciones máximas; 2) una sesión de entrenamiento de fuerza que incluyó repeticiones máximas; y 3) una combinación de los dos protocolos anteriores, todos sobre los flexores del codo. Los resultados mostraron que tanto el protocolo de fuerza, como el de fuerza más entrenamiento mental redujeron la fuerza en un 40% a los 10 min de finalizar la sesión, con un descenso de un 10% en la activación central (refleja fatiga central), sin observar diferencias entre ambos protocolos. Por el contrario, el entrenamiento mental no se asoció a reducción de la fuerza, ni a fatiga central. En resumen, una sesión de entrenamiento mental sola o combinada con entrenamiento habitual no induce fatiga neuromuscular adicional a pesar de la activación repetida del tracto corticospinal.

Todos aquellos deportistas que buscan la mejora del rendimiento deberían contemplar en la planificación de su entrenamiento el entrenamiento mental relacionado con actos motores propios de su actividad. Esta modalidad de entrenamiento permite aumentar la carga total sin provocar fatiga neuromuscular adicional. Por otra parte, esta modalidad de entrenamiento también debería contemplarse en muchos pacientes que por su patología no pueden realizar la actividad física habitual.

“Envejecimiento fisiológico” de un atleta olímpico

Que el paso de los años se asocia a un deterioro del rendimiento deportivo no lo discute nadie. Que el proceso del envejecimiento no se puede detener, tampoco. Pero, ¿cómo envejece fisiológicamente un campeón olímpico de resistencia aeróbica que sigue entrenando a diario?. Para contestar a esa pregunta se realizó un estudio que se ha publicado recientemente (Nybo y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 4-mar), sobre el seguimiento fisiológico anual de un remero (3 oros y 2 bronce olímpicos en 5 JJOO consecutivos) entre los 19 y los 40 años de edad. Entre los 19 y los 24 años el VO_2 max aumentó de 5,5 a 5,9 l/min (78 ml/kg/min), al tiempo que aumentó la potencia de remo en 6 min de 420 a 460 w. La frecuencia cardiaca máxima disminuyó en unos 20 latidos durante los 20 años de seguimiento, pero el VO_2 max y el rendimiento en test de 6 min, se mantuvo hasta los 40 años, probablemente por un aumento del pulso de oxígeno. El pico de lactato se mantuvo a lo largo de los años, mientras que la potencia asociada a test de 10 s (800 W), 60 s (700 W) y 60 min (350 W) se mantuvieron, indicando que el rendimiento aeróbico y anaeróbico se conservaron.

Estamos ante un caso singular de un atleta de resistencia aeróbica que mantuvo su rendimiento durante 20 años, algo que “escapa” al comportamiento “normal” desde un punto de vista fisiológico. En cualquier caso, el entrenamiento diario y de alta intensidad minimiza significativamente el deterioro del rendimiento asociado a la edad.

L-citrulina y molestias gastrointestinales durante el ejercicio

Las molestias gastrointestinales son muy frecuentes entre deportistas, especialmente en corredores, y ocasionan con mucha frecuencia descensos importantes del rendimiento. Las causas de estas molestias pueden ser distintas, pero la hipoperfusión fisiológica del área esplácnica parece una de las principales. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*van Wijck y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 11-mar*) en el que los autores determinaron los efectos de la ingesta de 10 g de L-citrulina (aminoácido con propiedades vasodilatadoras) sobre la perfusión esplácnica y molestias gastrointestinales durante un ejercicio realizado durante 60 min al 70% Wmax. Los resultados mostraron una atenuación de la hipoperfusión esplácnica y un descenso de indicadores de daño de células intestinales.

Ante la ausencia de efectos secundarios de la L-citrulina, puede estar indicada su ingesta en aquellos atletas que se quejan de molestias gastrointestinales durante el ejercicio, siempre que se hayan descartado otras posibles causas (inadecuados tiempos de alimentación, lesiones de la mucosa gástrica, etc.)

Estrategia extrema para perder peso

Perder peso es uno de los objetivos más compartidos en la sociedad actual. Son muchas las estrategias que se esgrimen para lograr una máxima efectividad, algunas más comerciales, otras más científicas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Calbet y col, 2014; *Scand J Med Sci Sports* 6-mar) cuyo objetivo fue determinar si se puede alcanzar una rápida reducción de grasa corporal en 4 días combinando restricción calórica (CR: 3,2 kcal/kg/día) con ejercicio (8 h caminando + 45 min pedaleo con brazos al día), con el resultado de un déficit calórico de 5000 kcal/día. Participaron 15 sujetos obesos, y después de los 4 días de dieta, se realizó un seguimiento a las 4 semanas y 1 año. La dieta de los 4 días experimentales consistió en administrar o proteínas (n=8) o sucrosa (n=7) (0,8 g/kg/día). Los resultados mostraron una pérdida de 2,1 kg de grasa después de los 4 días, manteniendo una pérdida de 1,9 kg de grasa después de 1 año. Los 2/3 de pérdida fueron del tronco, siendo los efectos similares en el grupo que ingirió proteínas y en el que tomó sucrosa. Los autores concluyeron que en 4 días se puede conseguir una reducción clínicamente relevante de grasa corporal en hombres con sobrepeso, combinando restricción calórica y ejercicio.

En mi opinión, y al margen del valor puramente académico, que lo tiene, desde un punto de vista práctico no nos ofrece mucho atractivo. Mantener una pérdida de 1,9 kg al cabo de 1 año, no demuestra precisamente una gran eficacia en el objetivo final que es perder grasa corporal. Sigo insistiendo en la importancia de una alimentación saludable, más actividad física, y un apoyo psicológico.

Perfil fisiológico del corredor de maratón V: “Consumo máximo de oxígeno, VO₂max”

En fisiología del ejercicio hay dos aspectos claves para el corredor de maratón, la potencia aeróbica o consumo máximo de oxígeno (VO₂max) y la transición aeróbica-anaeróbica o umbral aeróbico. El primero de ellos es excluyente del rendimiento en maratón, el segundo es en gran medida, determinante del mismo. El primero es de carácter marcadamente genético, el segundo es sensible a los efectos del entrenamiento. El oxígeno es necesario para producir la energía suficiente para sostener la contracción muscular en carrera de resistencia, donde la ruta metabólica aeróbica es la gran protagonista. Es fácil entender pues, que si somos capaces de consumir mucho oxígeno en los músculos activos, generaremos gran cantidad de energía por unidad de tiempo, y podremos correr más rápido durante un tiempo prolongado. En reposo consumimos oxígeno a una tasa de alrededor de 0,2-0,3 l/min, mientras que durante el ejercicio a máxima intensidad, la tasa puede llegar a los 3-6 l/min, lo cual depende entre otros factores, del género, de la edad, del estado de entrenamiento aeróbico y sobre todo y especialmente de la herencia recibida de nuestros padres. La abreviatura del oxígeno consumido es: VO₂, y en fisiología se denomina consumo de oxígeno. El VO₂ se puede expresar en valores absolutos (litros de O₂ por minuto, l/min), o en valores relativos al peso corporal (ml O₂/kg/min), resultando este último de más utilidad en la valoración del corredor de resistencia aeróbica. Cuando sometemos a un sujeto a un test de esfuerzo hasta el agotamiento, el valor más alto de VO₂ obtenido en la prueba se denomina consumo máximo de oxígeno, y se expresa como VO₂max. Las mujeres tienen valores más bajos que los hombres debido a diferencias fisiológicas en el sistema cardiovascular y en la composición de la sangre. Por otra parte, aunque de manera lenta, el VO₂max disminuye progresivamente desde la 2ª década de vida aproximadamente, de manera que un mismo individuo tendrá menores valores de VO₂max a los 50 años que a los 30 años, algo decisivo de cara al rendimiento en maratón. Respecto a la herencia o influencia genética en los valores del VO₂max, los estudios realizados estiman en un 75-80% la vinculación a la genética, por lo que queda únicamente un 25-30% ligado a los efectos del entrenamiento. Es por ello, por lo que se considera al VO₂max o potencia aeróbica máxima un factor excluyente para el rendimiento en maratón. Por poner un ejemplo, un atleta que tenga un VO₂max de 50 ml/kg/min puede esperar que el entrenamiento acreciente este valor un 20% hasta alcanzar 60 ml/kg/min. Estos valores estarían un 18-20% por debajo del VO₂max que muestran los grandes campeones, así que podemos concluir sin ninguna duda a equivocarnos, que un atleta con un VO₂max de 60 ml/kg/min, nunca ganará la Maratón de New York, por poner un ejemplo.

Biogénesis mitocondrial hombres vs mujeres

El entrenamiento interválico de sprint (SIT) mejora el rendimiento mediante diferentes adaptaciones, siendo una de ellas la biogénesis mitocondrial. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Scalzo y col, 2014; FASEB J 5-mar*) en el que los autores investigaron posibles diferencias entre hombres y mujeres en la biogénesis mitocondrial y síntesis de proteínas musculares asociada al SIT. Un grupo de mujeres y hombres completaron 9 sesiones de 4-8 series de 30 s de duración sobre un cicloergómetro, obteniendo muestras musculares mediante biopsia, antes y 48 h después del SIT. Los resultados mostraron un aumento similar del VO₂max en hombres y mujeres. La síntesis de proteínas musculares fue mayor en hombres que en mujeres a nivel citosólico y mitocondrial (~130%).

Este estudio demostró por primera vez una mayor síntesis de proteínas y biogénesis mitocondrial en hombres que en mujeres como respuesta al entrenamiento interválico de alta intensidad.

Frío después de ejercicio y biogénesis mitocondrial

El enfriamiento después del entrenamiento es una práctica común en muchos deportistas, casi siempre relacionado con la recuperación músculo-esquelética. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Ihsan y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 19-feb*) en el que los autores investigaron la influencia del frío muscular localizado sobre la expresión genética mitocondrial y metabólica. Los sujetos realizaron una sesión de ejercicio de 30 min al 70% Vmax, seguido de un ejercicio interválico al 100% Vmax. Después del ejercicio los sujetos realizaron una inmersión de una de sus piernas en agua a 10°C durante 15 min. La pierna contralateral permaneció fuera del agua y sirvió de control. Se obtuvieron biopsias musculares antes y después del ejercicio. Los resultados mostraron como en la pierna sometida al frío la expresión de la PGC-1 α (regula la biogénesis mitocondrial y la respuesta inflamatoria) fue mayor que en la pierna control. Los datos indican que la intervención mediante el frío después del ejercicio aumenta la expresión génica de la PGC-1 α , y por tanto es una interesante estrategia para mejorar la biogénesis mitocondrial inducida por el ejercicio.

Aunque la administración de frío post-ejercicio ya era una recomendación firme para muchos deportistas, estos hallazgos refuerzan y potencian esta recomendación al favorecer la energética muscular.

Inmersión en agua fría y rendimiento en triatletas

Hace unos días comentamos beneficios metabólicos de la inmersión en agua fría después del ejercicio, ahora comentamos otro estudio publicado recientemente (*Rowell y col, 2014; J Strength Cond Res 11-mar*) cuyo objetivo fue investigar los efectos de la inmersión en agua fría (CW) sobre marcadores fisiológicos, psicológicos y bioquímicos de recuperación después de un entrenamiento de carrera, así como la influencia en el rendimiento de una sesión de ciclismo realizada a continuación. Triatletas de alto nivel ($VO_2\text{max}$: 73,4 ml/kg/min) completaron dos sesiones en un diseño cruzado consistente en 7x5 min de carrera a 105% a umbral anaeróbico individual, seguido de inmersión en agua fría (10°C) o agua termoneutra (34°C) durante 5 periodos de 60 s con 60 s de reposo entre cada inmersión. Después de 9 horas de la inmersión se obtuvieron datos de recuperación y los sujetos realizaron un test en bicicleta de 5 min de máxima intensidad seguido de 6x5 min de entrenamiento interválico. Los resultados mostraron que el rendimiento (W, lactato y RPE) en los intervalos realizados en bicicleta mejoró después de la inmersión en agua fría.

Aunque en el estudio no está muy clara la influencia del frío en los marcadores de recuperación, el hecho es que el rendimiento mejoró en una disciplina diferente a la que entrenó con anterioridad a la aplicación del frío. Nuevos datos sobre la posible utilidad de la aplicación del frío en recuperación vinculada al rendimiento.

Hormona del crecimiento (GH): ejercicio aeróbico y de fuerza

El patrón de secreción pulsátil de la GH es muy importante en la acción de la hormona sobre los tejidos periféricos. El ejercicio provoca una respuesta aguda de la GH, en parte dependiente de la intensidad, pero no está claro el efecto sobre el patrón pulsátil de secreción. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Nindl y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 26-feb) en el que los autores hipotetizan que tanto el ejercicio aeróbico como el de fuerza exhibirían una relación dosis-respuesta con respecto a la duración del ejercicio y a la secreción de GH en las 20 h posteriores al ejercicio. Los sujetos del estudio realizaron diferentes protocolos de ejercicio: 1 y 2 h de ejercicio aeróbico, 1 y 2 h de ejercicio de fuerza, y un grupo control que no hizo ejercicio. Se obtuvieron muestras de sangre cada 20 min durante las 20 h posteriores al ejercicio para análisis de GH. Los resultados mostraron que solo el ejercicio aeróbico realizado durante 2 h provocó cambios significativos sobre la tasa de secreción, secreción total y amplitud de los pulsos de secreción de GH. Los autores esgrimen como justificación que el hecho que el ejercicio aeróbico de 2 h lleve asociado un mayor gasto energético podría justificar parcialmente el comportamiento debido a los efectos metabólicos que la GH ejerce estimulando la lipólisis post-ejercicio.

Perfil fisiológico del corredor de maratón VI: “Umbral aeróbico”

Como comentamos en el post anterior, el VO₂max es un factor excluyente, mientras que la capacidad aeróbica (transición aeróbica-anaeróbica o umbral aeróbico) es el factor determinante de nuestro rendimiento en maratón, estando vinculado directamente a los efectos del entrenamiento. Así que, entrenar bien hará que tengamos buenos valores de umbral aeróbico, lo que constituye una excelente noticia. La capacidad aeróbica o umbral aeróbico hace referencia al porcentaje del VO₂max (%VO₂max) que se puede utilizar durante un tiempo prolongado sin entrar en fatiga. Ser capaz de sostener VO₂ cercanos a los valores de VO₂max depende, como comentamos antes, del estado de entrenamiento del atleta. Trataremos de explicarlo de forma sencilla: los músculos implicados en la carrera pueden generar energía para sostener la contracción muscular por dos rutas metabólicas diferentes, aeróbica y anaeróbica. Pues bien, nuestras células musculares van a tratar siempre de generar esa energía mediante las rutas aeróbicas, ya que de su desarrollo no se derivan productos que causen fatiga muscular. Sin embargo, esas rutas aeróbicas tienen una importante limitación, ya que si bien son capaces de generar mucha energía a lo largo del tiempo, son menos capaces de generar mucha energía por unidad de tiempo. De tal manera que cuando la exigencia de energía es muy elevada al tener que sostener ritmos de contracción elevados (correr rápido), las rutas aeróbicas no son capaces de generar energía a ese ritmo, por lo que van a ser “ayudadas” ó “complementadas” por las rutas anaeróbicas, que aunque producen menor energía total, producen mucha energía por unidad de tiempo. La mala noticia para el corredor de maratón es que cuando sus sistemas aeróbicos reclaman la ayuda de las rutas anaeróbicas para poder correr más rápido, se comienzan a producir productos derivados del metabolismo anaeróbico (ácido láctico, esencialmente) que van a provocar fatiga muscular de forma progresiva. Por consiguiente, y sin saber nada de entrenamiento, comprendemos que hemos de reforzar y mejorar la eficiencia de nuestras rutas aeróbicas para que esa “demanda de ayuda energética” anaeróbica se produzca lo más tarde posible; con ello podremos correr más rápido sin entrar en fatiga. Así, podemos adelantar ya que la inmensa mayoría de los corredores de maratón realizan toda la carrera sin apenas rebasar el llamado umbral aeróbico o transición aeróbica-anaeróbica. Conforme más cerca situemos el umbral aeróbico (expresado como VO₂) del VO₂max, mejor entrenados estaremos. La buena noticia es que conseguirlo depende esencialmente del entrenamiento.

Mantenimiento del VO₂max fuera de temporada

Ya hemos hablado ampliamente de la importancia decisiva de altos valores de consumo máximo de oxígeno (VO₂max) en relación al rendimiento de actividades de resistencia aeróbica, siendo necesarias altas intensidades de ejercicio para incrementar sus valores, algo que saben bien los entrenadores. Es muy frecuente plantearse un plan de mantenimiento del VO₂max ante periodos de descanso (fuera de temporada), en determinados periodos de entrenamiento o en fases de la vida del atleta aficionado en la que escasea el tiempo para entrenar. En estas condiciones, la realización de entrenamientos interválicos de alta intensidad (HIT) semanales pueden mantener los valores de VO₂max durante bastante tiempo. En este sentido, se han publicado recientemente los resultados de un estudio (Slettalokken y Ronnestad, 2014; *J Strength Cond Res 20-feb*) en el que los investigadores comprobaron los efectos de una sesión de HIT cada semana o cada 2 semanas sobre el mantenimiento del VO₂max en futbolistas fuera de temporada. El HIT consistió en 5 series de 4 min al 87-97% FCmax. Los resultados mostraron como el VO₂max se mantuvo con ambos protocolos, sin diferencias entre entrenar HIT semanal o quincenalmente.

Cuando las tareas aprietan y disminuye el tiempo para entrenar, el “entrenamiento de calidad” puede mantener gran parte de nuestras adaptaciones, aún cuando solo podamos aplicarlo en 1 sesión semanal. Así pues, en la mayoría de los casos, es preferible entrenar 1 día a la semana a alta intensidad, que 1 día a la semana con alto volumen, si queremos mantener la potencia aeróbica.

Riesgo cardiometabólico en niños

En los últimos años estamos asistiendo a una creciente instauración de factores de riesgo cardiometabólico en niños, algo impensable hace décadas, y que se relaciona esencialmente con un bajo nivel de actividad física y una alimentación inadecuada. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Boddy y col, 2014; Am J Hum Biol 6-mar*) en el que los autores investigaron las relaciones entre distintos factores de riesgo coronario, con el fitness cardiorrespiratorio (CRF), tiempo de inactividad física (ST), e IMC, diferenciando entre grupos de niños que alcanzaban o no al menos 60 min al día de actividad física vigorosa (MVPA). Participaron 101 niños y niñas de entre 10 y 12 años de UK. Los resultados mostraron que los niños inactivos mostraron mayor riesgo metabólico y tiempo de inactividad, junto con menor CRF. Por otra parte, los niños con menor CRF exhibieron mayor riesgo cardiometabólico, IMC, tiempo inactivos y menor actividad vigorosa.

En relación a este tema me gusta decir: “dales tiempo, espacio y compañía, y los niños realizarán espontáneamente un entrenamiento de alta intensidad”. Por otra parte, en este asunto los padres tienen una responsabilidad importante, la más importante. Es fácil dejar a tu hijo con un ipad, pero lo adecuado sería que desde muy pequeños les enseñáramos (haciéndolo con ellos), que el ejercicio debe formar parte de nuestras rutinas diarias.

Alcohol y recuperación muscular

En las últimas semanas he comentado 2 artículos sobre los efectos del alcohol sobre las respuestas y adaptaciones al ejercicio. Parece que este tema está de moda, porque hace unos días se han publicado los resultados de un nuevo estudio (*Haugvad y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 20-mar*) en el que los autores investigaron los efectos del alcohol (etanol) sobre la recuperación después de una sesión de entrenamiento de fuerza. Los sujetos consumieron bajas (0,6-mujeres y 0,7-hombres g/kg) o altas (1,2 ó 1,4 g/kg) dosis de etanol de 1-2,5 h después de finalizar 2 sesiones de entrenamiento tradicional de fuerza. Los resultados mostraron que la máxima fuerza de contracción (MVC) que disminuyó un 13-15% después de la sesión de entrenamiento, se recuperó 24 h después en los grupos que bebieron alcohol, pero no en el grupo control. En comparación con el grupo control, el cortisol aumentó y la relación testosterona libre:cortisol se redujo en el grupo de alta ingesta de alcohol.

Los resultados de este nuevo estudio sugieren que la ingesta de alcohol no interfirió en la recuperación muscular después de una sesión de entrenamiento de fuerza, aunque las variaciones hormonales obligan a ser precavidos antes de dar luz verde a la ingesta de alcohol después de entrenar. En resumen, sigamos disfrutando de una cervecita bien fría después de entrenar.

Entrenamiento en hipoxia y función mitocondrial

Los efectos del entrenamiento en hipoxia sobre el rendimiento todavía se debaten por los especialistas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Robach y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 26-mar) sobre los efectos del entrenamiento en hipoxia sobre el rendimiento a nivel del mar y en altitud, y su posible relación con las modificaciones en la función mitocondrial. Sujetos moderadamente entrenados realizaron un programa de entrenamiento de 6 semanas en normoxia o hipoxia (FIO₂: 0,15), realizando test de rendimiento (test incremental y contrarreloj simulada) en normoxia e hipoxia. También se evaluaron la función mitocondrial y la masa de hemoglobina total. Los resultados no mostraron cambios relevantes en la capacidad respiratoria muscular con el entrenamiento en hipoxia. Si aumentó significativamente más la masa de hemoglobina total en hipoxia. En condiciones de normoxia, el entrenamiento en hipoxia no provocó efectos sobre el VO₂max o contrarreloj simulada. En condiciones de hipoxia, el entrenamiento en hipoxia no supuso ventajas sobre los valores de VO₂pico, aunque hubo una tendencia (no significativa) de mejora del tiempo de la contrarreloj simulada, respecto al entrenamiento en normoxia.

En resumen, los resultados de este estudio sugieren que seis semanas de entrenamiento no parece tener efectos sobre el rendimiento a nivel del mar, al menos con las pruebas de valoración utilizadas en este estudio.

Triatlón y función renal

Hace bastantes años había bastante interés en conocer las respuestas renales durante ejercicios de resistencia aeróbica (maratón, etc.), pero después ese interés por los fisiólogos fue disminuyendo, de tal suerte que en los últimos 10 años son escasos los artículos relacionados con este tema, a pesar de la alta incidencia de efectos renales en los deportes de resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Puggina y col, 2014; *An Acad Bras Cienc* 86:429-36) en el que los autores investigaron los efectos del entrenamiento y competición de triatlón sobre la función renal. Los triatletas fueron estudiados durante 12 semanas de entrenamiento, y después de un medio Ironman. Los resultados mostraron un aumento de proteínas, creatinina, globulos rojos y leucocitos en orina después de la competición. Esos efectos parecen asociarse a modificaciones en la membrana glomerular, así como efectos hormonales: ADH, catecolaminas y aldosterona.

Lo cierto es que esas alteraciones ocurren en la mayoría de los deportistas de resistencia aeróbica después de sus competiciones y/o entrenamientos de gran volumen. Las consideramos "fisiológicas", debido a que son transitorias, pero tampoco estamos seguros que a largo plazo (años) no puedan llegar a producir trastornos fisiopatológicos afectando a la salud.

Beber agua acelera la recuperación

Se sabe que beber agua acelera la reactivación parasimpática post-ejercicio de moderada intensidad. Las razones no están claras, pero es posible que receptores en boca y faringe primariamente vinculados a la sensación de sed, tengan algún protagonismo. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Pecanha y col, 2014; Int J Sport Nutr Exerc Metab 25-mar*) en el que los autores valoraron los efectos de la ingesta de agua después de un ejercicio de alta intensidad sobre la recuperación parasimpática. Después de completar 30 min de ejercicio al 80% FCmax en cicloergometro los sujetos o bien bebieron agua o bien no bebieron nada. Se evaluaron distintos indicadores de recuperación de la frecuencia cardiaca y de activación simpática y parasimpática (mediante variabilidad de la frecuencia cardiaca). Los resultados mostraron mayores valores de recuperación de la frecuencia cardiaca al minuto post-ejercicio, y una mayor activación parasimpática en el grupo que bebió agua, respecto al control. Los autores sugieren un importante efecto cardio-protector de beber agua después de finalizar el ejercicio.

Como he comentado en distintas ocasiones la recuperación post-ejercicio es una de las áreas más complicadas de la fisiología del ejercicio. Este estudio es un ejemplo de ello. Que beber agua provoque como respuesta inmediata una reactivación vagal más acelerada puede ser interesante para pacientes con riesgo de arritmias al finalizar las pruebas de esfuerzo como elemento preventivo. En cualquier caso, las reacciones vagales intensas se han descrito con anterioridad en personas susceptibles al beber agua fría, llegando incluso a perder el conocimiento.

Cambios fisiológicos en corredores de resistencia aeróbica

Sabemos que los tres pilares fundamentales en los que se sustenta el rendimiento de resistencia aeróbica son: $VO_2\text{max}$, Umbral anaeróbico y Economía de carrera. El primero no se puede modificar apenas, pero los dos restantes, especialmente el umbral anaeróbico, es muy sensible al entrenamiento, y por tanto está directamente implicado en el rendimiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Galbraith y col, 2014; *Int J Sports Physiol Perform* 19-mar) en el que los autores examinaron los efectos fisiológicos del entrenamiento durante 1 año en 14 corredores de resistencia aeróbica muy entrenados. Se realizaron test de campo (9) y de laboratorio (5). Los resultados mostraron cambios mínimos en los valores de $VO_2\text{max}$ (4,7 a 5 l/min), sin otros cambios en los test de laboratorio (umbral anaeróbico y eficiencia de carrera). La velocidad crítica si mejoró en relación directa al volumen de entrenamiento realizado por encima del umbral anaeróbico, que explicó el 33% de la variación en un modelo de regresión múltiple.

Los resultados de este estudio muestra pequeños pero significativos cambios en $VO_2\text{max}$ y velocidad crítica, pero no en el umbral anaeróbico, algo que me sorprende especialmente al ser una de las variables más sensibles a los efectos del entrenamiento.

Los niños más activos duermen más?

Aunque el sentido común parece indicar que la respuesta a la pregunta anterior es “sí”, no hay muchos estudios concluyentes en este sentido. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Williams y col, 2014; PLoS One 2-abril*) en el que los autores determinaron si existía una relación entre la actividad física diaria (medida con acelerometría) y la duración del sueño en 234 niños de 3,5 y 7 años. Los resultados mostraron que los niños más activos dormían una media de 55-84 minutos menos y estaban despiertos 16-19 min más por la noche, que los niños menos activos. Los resultados sugieren que el efecto protector del sueño sobre la obesidad no parece estar mediado por la actividad física realizada.

El alopurinol previene el daño muscular

El alopurinol se utiliza en el tratamiento de la gota y altos niveles de ácido úrico, y pertenece a una familia de medicamentos denominados inhibidores de la oxidasa de xantina (xantina oxidasa, XO), que es una enzima que produce radicales libres implicados en el daño muscular durante el ejercicio de alta intensidad. Recientemente un grupo de investigadores españoles han publicado los resultados de un estudio (*Sanchis-Gomar y col, 2014; Scand J Med Sci Sports 1-abr*) cuyo objetivo fue verificar si el alopurinol puede prevenir el daño muscular asociado al ejercicio en jugadores de fútbol, durante un partido oficial. Los resultados mostraron que el alopurinol previno el aumento de marcadores de daño muscular esquelético: creatin-quinasa, lactato-deshidrogenasa, aspartato, y mioglobina. Igualmente, el alopurinol previno el aumento de enzimas ligadas al daño miocárdico. Los autores sugieren que el alopurinol representa un medio farmacológico eficaz para prevenir el daño muscular en futbolistas durante la competición.

Interesantes hallazgos en relación a este fármaco que podría considerarse una ayuda ergogénica indicada en actividades de alto componente excéntrico. Sin embargo, estamos ante un fármaco, con sus efectos secundarios asociados, por lo que en ningún caso debemos caer en la tentación de generalizar su recomendación sin el asesoramiento médico.

Amenorrea en atletas

La amenorrea o pérdida de menstruación es relativamente frecuente en atletas, no habiendo una única causa que la desencadene. Un porcentaje de grasa corporal muy bajo es uno de los factores más relacionados con la amenorrea en las deportistas. Las atletas que mantienen durante largos periodos una ausencia de menstruación tienen más riesgo de padecer osteoporosis en el futuro. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Rost y col, 2014; *Br J Sport Med* 48: 655) en el que los investigadores valoraron la prevalencia de amenorrea en atletas y su posible relación con mayor incidencia de lesiones. Participaron 149 atletas de élite suecas (top 10) que fueron estudiadas durante 52 semanas. Los resultados mostraron que 37 atletas (25%) refirieron historia de amenorrea, siendo las corredoras las de más alta incidencia. un 66% de las atletas tuvo alguna lesión en el periodo de estudio, pero no se encontró relación con la amenorrea.

La amenorrea en las atletas es un cuadro clínico que en mi opinión se minimiza en exceso, al considerarlo como una consecuencia "fisiológica" del entrenamiento para muchas mujeres; sin embargo, no existe la seguridad de que ese estado "fisiopatológico" mantenido en el tiempo no tenga unas consecuencias serias para la mujer en el futuro una vez abandone la práctica del deporte de competición. A mí no me gustaría que mi hija presentara amenorrea como consecuencia del deporte.

Actividad física y cáncer de páncreas

El cáncer de páncreas es uno de los tumores más agresivos y letales, por lo que el diagnóstico precoz es especialmente importante. Sería un gran avance conocer cómo prevenir su aparición pero aún estamos lejos de conocer en profundidad todos los factores predisponentes. En relación al ejercicio, en muchos tumores ha mostrado fuerza en su prevención, pero en el caso del cáncer de páncreas los resultados hasta la fecha son inconsistentes, aunque sugieren un descenso en su desarrollo. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio multicéntrico europeo (*Brenner y col, 2014; Cancer Causes Control 3-abr*) en el que los autores estudiaron las posibles asociaciones entre la actividad física laboral o de tiempo libre y el riesgo de cáncer de páncreas en 826 pacientes diagnosticados de este tipo de cáncer, junto con 930 sujetos no afectados como grupo control. Los resultados mostraron que la actividad física asociada al trabajo no se asoció a riesgo de padecer cáncer de páncreas; sin embargo, se observó un descenso de un 35% en el riesgo de padecer cáncer de páncreas en aquellas personas que realizaban actividad física en el tiempo libre, especialmente en mujeres.

Un estudio más a sumar a los previamente publicados sobre el efecto preventivo de la actividad física regular sobre un gran número de tipo de cáncer.

Entrenamiento de fuerza en enfermedad renal crónica

Los enfermos renales crónicos suelen desarrollar con el paso del tiempo un descenso de la función muscular, con descenso de la masa muscular y progresiva pérdida de fuerza, que se ha relacionado con una disminución de indicadores relacionados con la calidad de vida. Recientemente se ha publicado un meta-análisis (*Cheema y col, 2014; Sports Med 3-abr*) en el que los autores valoraron los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza, sobre la hipertrofia muscular, fuerza muscular y calidad de vida. Se incluyeron en el estudio aquellas investigaciones que valoraron el efecto independiente del entrenamiento de fuerza (> 6 semanas) sobre medidas de hipertrofia muscular, fuerza muscular y calidad de vida. Los resultados ofrecen fuerte evidencia de los efectos del entrenamiento de fuerza sobre hipertrofia muscular, mayor desarrollo de fuerza y mejora de calidad de vida. Los autores sugieren que en las guías prácticas de tratamiento de estos enfermos debería contemplarse el entrenamiento de fuerza como parte de las medidas terapéuticas.

Que los resultados y conclusiones de este y otros estudios puedan finalmente ser considerados por los clínicos para, no solo recomendar, sino activar programas de ejercicio terapéutico en sus servicios es algo que en términos generales todavía tiene bastante recorrido.

Ingesta de proteínas después de entrenar fuerza

Sabemos que el aumento de la disponibilidad de aminoácidos (vía ingesta o infusión) en reposo o después del ejercicio aumenta el transporte de los mismos al músculo esquelético, pero no se sabe bien si la ingesta de diferentes fuentes de aminoácidos en la dieta puede aumentar el transporte y la expresión mRNA del transportador de aminoácidos (AAT). Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Reidy y col, 2014; J Appl Physiol 3-abr*) en el que los autores hipotetizan de una hiperaminoacidemia prolongada procedente de una mezcla de proteínas con diferentes tasas de digestión podría aumentar el transporte de aminoácidos al músculo esquelético en comparación con la ingesta de proteínas de rápida digestión. Los sujetos del estudio ingirieron (ensayo doble ciego) o proteína aislada de suero o mezcla de proteínas lácteas 1 h después del ejercicio, obteniendo biopsias musculares en reposo, y a las 3 y 5 h post-ejercicio. Los resultados mostraron que ambos procedimientos aumentaron el transporte de aminoácidos al músculo, pero la ingesta de mezcla de proteínas lácteas se asoció a un más prolongado balance positivo de transporte en comparación con la proteína aislada de suero. La síntesis de proteínas miofibrilares post-ejercicio fue similar en ambos grupos. Los autores concluyen que mientras que ambos procedimientos aumentaron la expresión mRNA del transportador de aminoácidos, el transporte de los mismos y la síntesis de proteínas miofibrilares, la ingesta post-ejercicio de mezcla de proteínas lácteas se asoció a un balance neto de aminoácidos más prolongado en el tiempo en los miembros inferiores en comparación con la proteína de suero aislada.

Así pues, las investigación muestra que probablemente no debemos polarizar la ingesta de proteínas post-ejercicio exclusivamente hacia la proteína de suero; los resultados sugieren que una mezcla de proteínas (ej. proteína de suero + yogur/leche/frutos secos) podría ser incluso más eficaz.

Entrenamiento polarizado y rendimiento aeróbico

El denominado “entrenamiento polarizado” tiene mucha aceptación en los entrenadores de resistencia aeróbica. En síntesis, consiste en utilizar las Fases I y III del modelo trifásico de intensidad (<umbral láctico y > MLSS), como base del entrenamiento de resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Stöggl y Sperlich, 2014; *Front Physiol* 4 feb) en el que los investigadores estudiaron cual de los diferentes entrenamientos tradicionales influía más en los variables clave del rendimiento de resistencia aeróbica (umbral láctico, VO₂max y economía de carrera). Se aplicaron 4 protocolos de entrenamiento durante 9 semanas: alto volumen, baja intensidad (HVT), intensidad umbral (THR), intervalos de alta intensidad (HIIT) y entrenamiento polarizado (POL). Los resultados mostraron que el POL provocó un mayor aumento del VO₂max, mayor tiempo hasta el agotamiento a una carga constante, y una velocidad/potencia pico mayor. No hubo diferencias entre grupos en la economía de trabajo. En conclusión, el entrenamiento polarizado fue el que en conjunto más hizo mejorar las principales variables relacionadas con el rendimiento aeróbico en atletas entrenados.

Solo señalar que los resultados de este estudio se enmarcan en un periodo de 9 semanas, desconociendo si ese comportamiento se mantendría a lo largo del tiempo (ej. 20 semanas).

Respuestas fisiológicas en una competición de karting

Se han estudiado las respuestas fisiológicas en muchos deportes, pero es la primera vez que leo un estudio sobre las mismas en el karting. Casi todos hemos pasado buenos ratos encima de uno de esos pequeños bólidos, y es por ello por lo que llamó la atención este estudio (*Sperlich y col, 2014; J Sports Med Phys Fitness 9-abr*) cuyo objetivo fue cuantificar las respuestas cardiorrespiratorias y metabólicas en pilotos de karting de elite. Los pilotos completaron una media de 28 vueltas a un circuito indoor durante los 30 min que duró la carrera. La fuerza de aceleración media fue de 1,20 G (máx. 3,30 G), disminuyendo desde los 10 min al final de la carrera. El VO_2 medio fue de 20 ml/kg/min y la frecuencia cardiaca media de 133 lpm, con una ventilación medi de 70 l/min. El lactato sanguíneo no superó los 2 mM/l. No se observaron diferencias en los valores de cortisol salival entre los valores de reposo y final del ejercicio. Los pilotos interpretaron su esfuerzo en la escala de Borg con un valor medio de 11,1.

Los resultados indican un esfuerzo moderado, con un bajo componente psicofísico. A diferencia de sus hermanos mayores (F3, F1, etc), el esfuerzo en el karting está atenuado por una menor velocidad (menor percepción de riesgo), menor esfuerzo de conducción, menor estrés térmico, etc.

Medias de compresión: escasos efectos fisiológicos

Ya hemos comentado varios estudios en los últimos meses que cuestionan seriamente los efectos fisiológicos de las medias de compresión en deportistas. Recientemente se ha publicado un nuevo estudio (*Hill y col, 2014; J Strength Cond Res 7-abr*) en el que los autores investigaron la eficacia de las medias de compresión en los procesos de recuperación después de correr una maratón. Veinticuatro hombres y mujeres completaron una maratón y fueron asignados aleatoriamente a un grupo control o experimental (medias de compresión). Las medias de compresión se llevaron durante 72 h post-maratón, mientras que el grupo control recibió una sesión de 15 min de ultrasonidos simulados. Los resultados mostraron que el dolor percibido fue menor en el grupo que llevó medias de compresión a las 24 h, pero no hubo diferencias en fuerza isométrica, creatín quinasa (CK) o proteína C reactiva (PCR), marcadores de daño muscular e inflamación, respectivamente.

Los resultados son similares a los de anteriores estudios, e indican que las medias de compresión se vinculan a efectos subjetivos de mejores sensaciones, pero no se asocian mejoras fisiológicas objetivas.

Suplementación con hierro en mujeres deportistas

La suplementación con hierro es muy frecuente entre atletas de resistencia aeróbica, especialmente en mujeres, ya que el déficit de hierro se ha relacionado con descenso del rendimiento. Sin embargo, la efectividad de la suplementación habitual está en entredicho. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis de 22 investigaciones (*Pasricha y col, 2014; J Nutr 9-abr*) para determinar los efectos reales de la suplementación con hierro en mujeres sobre el rendimiento en comparación con grupos control. Los resultados mostraron que la suplementación con hierro aumentó el $VO_2\text{max}$, y provocó un descenso de la frecuencia cardiaca y $\%VO_2\text{max}$ a cargas submáximas de ejercicio. Los autores concluyen que la suplementación diaria de hierro mejora el rendimiento máximo y submáximo en mujeres, siendo eficaz para tratar y prevenir las deficiencias de hierro.

El estudio ratifica la efectividad de la suplementación con hierro en mujeres, especial pero no exclusivamente vinculadas en actividades de resistencia aeróbica. Eso sí, nos debe quedar claro que esa prescripción ha de indicarla el médico especialista en medicina del deporte, quien decidirá si está indicado o no, la posología y las vías de administración. Hagamos las cosas bien.

Entrenamiento de fuerza y resistencia aeróbica: ¿cuál es el orden correcto?

El entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia aeróbica es algo muy frecuente, y existe un debate acerca de cuál debe ser el orden correcto de ejecución en una sesión conjunta de entrenamiento, algo que ya comentamos hace algunos días. Algunos estudios sugieren que el entrenamiento de resistencia aeróbica puede comprometer el desarrollo de hipertrofia asociado al entrenamiento de fuerza. Poco se conoce de la interacción de la señalización molecular en relación al entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Ogasawara y col, 2014; Am J Physiol Endocrinol Metab 1-abr*) en el que los autores, utilizando un modelo animal con ratas, investigaron si el entrenamiento de resistencia aeróbica realizado antes o después del de fuerza afecta a las vías de señalización molecular asociadas con la síntesis de proteínas musculares, especialmente entre la mTORC1 asociada al entrenamiento de fuerza, y la AMPK asociada a la resistencia aeróbica. Un grupo de ratas fueron divididas en 5 grupos: 1) entrenamiento de resistencia aeróbica (EE) (treadmill); 2) entrenamiento de fuerza (RE)(contracción isométrica por electroestimulación); 3) entrenamiento de EE antes de RE; 4) entrenamiento de RE antes de EE; y 5) grupo control de no ejercicio. El p70S6K, un marcador de la actividad de mTORC1, aumentó 3 h después de RE, tanto en EE antes de RE, como en EE después de RE, aunque el aumento fue menor en este último grupo. La síntesis de proteínas aumentó 6 h después de RE en el grupo EE antes de RE. El aumento de AMPK solo se observó en el grupo de EE después de RE. Los resultados de este estudio sugieren que la última modalidad de entrenamiento realizado marca la respuesta molecular al ejercicio, y que la señal mTORC1 inducida por el entrenamiento de RE puede ser minimizada por la realización posterior de entrenamiento de EE.

Así pues, los resultados de este interesante estudio (con la limitación de estar realizado con ratas), sugieren que ambas modalidades de entrenamiento interfieren, y que deberíamos realizar en último lugar aquella a la que pretendamos dar prioridad de adaptación. Así, si queremos optimizar la ganancia de fuerza, esta debería entrenarse después de la resistencia aeróbica.

Similares adaptaciones entre 1 ó 2 sesiones semanales de entrenamiento de fuerza

No están claramente establecidos los límites de frecuencia de entrenamiento de fuerza para conseguir adaptaciones objetivas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Gentil y col, 2014; J Sports Med Phys Fitness 15-abr*) en el que los investigadores compararon los efectos de un entrenamiento de fuerza de igual volumen, pero realizado en 1 ó 2 sesiones semanales en sujetos no entrenados. Treinta jóvenes ($23,0 \pm 3$ años) sin previa experiencia en entrenamiento de fuerza, fueron asignados aleatoriamente a un grupo que entrenó 1 día/semana u otro que lo hizo 2 días/semana, durante 10 semanas. Se entrenó y valoró antes y después de 10 semanas el espesor y fuerza de los músculos flexores del codo. Los resultados mostraron que tanto el espesor, como la fuerza isocinética, aumentaron significativamente en los dos grupos, sin observar diferencias significativas entre ellos. Los autores concluyeron que en sujetos no entrenados, y para un mismo volumen de entrenamiento, la hipertrofia y ganancia de fuerza son similares entrenando 1 ó 2 días a la semana.

Los entrenadores personales deben tener en cuenta esos aspectos en el complicado reto de conjugar eficacia con adherencia, especialmente en sujetos que se inician en el entrenamiento sin demasiado convencimiento o tiempo disponible.

Umbral láctico en ejercicio de sentadillas

Habitualmente el umbral láctico (UL) se determina durante la realización de ejercicios de perfil aeróbico (correr, pedalear, remar, etc.), siendo infrecuente su estudio en ejercicios de fuerza. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Simoës y col, 2013; *Int J Sports Med* 34: 991-6) en el que los autores determinaron el umbral anaeróbico durante un protocolo discontinuo de fuerza mediante el lactato (UL) y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV) en sujetos jóvenes y mayores de edad. El protocolo discontinuo realizando sentadillas se inició con una carga del 10% 1RM, con incrementos posteriores del 10%, controlando la velocidad de ascenso y descenso. Los resultados mostraron que la carga correspondiente al UL fue del 30% 1RM en ambos grupos, al igual que el umbral determinado mediante la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

La principal novedad de este estudio fue la determinación del umbral láctico durante un ejercicio de fuerza, en este caso sentadillas. Al margen del hecho fisiológico en sí, me cuesta darle una utilidad práctica a tal procedimiento. No veo un planteamiento de entrenamiento aeróbico utilizando un "entrenamiento de fuerza", para eso ya está el propio "entrenamiento aeróbico".

Recuperación activa y eliminación de lactato

Diferentes estudios han demostrado que la recuperación activa es más eficaz que la pasiva (reposo) para facilitar los procesos de eliminación o aclaramiento de lactato post-ejercicio de alta intensidad. La intensidad idónea para optimizar la eliminación del lactato no está bien definida. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Devlin y col, 2014; *J Sports Med Phys Fitness* 54: 271-8) en el que los autores investigaron la intensidad idónea asociada al mayor aclaramiento de lactato después de un ejercicio de alta intensidad que elevó los valores sanguíneos hasta los $11,5 \pm 0,2$ mM. Los resultados mostraron que: 1) la recuperación activa aclaró más rápidamente el lactato que la pasiva; y 2) que una intensidad del 80% del umbral láctico (UL) se asoció a las mayores tasas de aclaramiento.

Datos interesantes a tener en cuenta, especialmente cuando se trabaja con entrenamiento interválico. No obstante, en mi opinión son necesarios más estudios antes de fijar como "patrón oro" de intensidad de recuperación el 80% UL.

Caminar cuesta abajo aumenta la fuerza de miembros inferiores

Caminar cuesta abajo es una actividad recomendada con frecuencia para mejorar la fuerza de los miembros inferiores, especialmente en edad avanzada. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Rodio y Fattorini, 2014; *Eur J Sport Sci* 23-abr) en el que valoraron la influencia de caminar cuesta abajo sobre la fuerza de piernas en adultos jóvenes (26 ± 4 años). Durante 6 semanas los sujetos realizaron 3 sesiones/semana (30 min/sesión) con diferentes modalidades de entrenamiento caminando: sin pendiente, +20%, -20% y combinando +20% (15 min) y -20% (15 min). Los resultados mostraron que únicamente con el protocolo caminando cuesta abajo (-20%) mejoró la contracción máxima voluntaria de ambas piernas, percibiendo los sujetos dicha actividad como libre de dolor.

Esta modalidad de entrenamiento se lleva recomendando desde hace tiempo, no solo en edad avanzada, sino en aquellos enfermos con importantes limitaciones funcionales cardiopulmonares, habiendo mostrado una alta eficacia. Este estudio muestra que también en sujetos jóvenes no entrenados el ejercicio excéntrico muestra también significativas adaptaciones en la mejora de la fuerza.

Estatinas, ejercicio y entrenamiento

Muchos deportistas aficionados de edad media y avanzada padecen trastornos en su perfil lipídico, con aumentos del colesterol y/o triglicéridos que no pueden ser regulados por el ejercicio físico. Con el fin de minimizar el factor de riesgo cardiovascular que ello supone, los médicos prescriben *estatinas*, que son medicamentos muy eficaces para controlar dichas alteraciones, y con ello el desarrollo de enfermedad aterosclerótica. Sin embargo, las estatinas tienen efectos secundarios importantes sobre el músculo esquelético, algo que no es bueno para el deportista. Así, las estatinas se asocian, entre otros, a trastornos inflamatorios musculares, dolor muscular o calambres, con una incidencia muy variable. Los mecanismos que subyacen en la miopatía asociada al tratamiento con estatinas no están claros, pero los estudios sugieren afectaciones del sarcolema, retículo endoplásmico, coenzima Q10, catabolismo de las grasas, aumento miocelular de colesterol, dificultades para reparar daño en la célula muscular, deficiencia de vitamina D e inflamación. Al deportista lo que más le interesa es como las estatinas afectan a la bioenergética de la célula muscular, al sugerirse un deterioro de la función mitocondrial, y con ello el rendimiento aeróbico. Por otra parte, en los deportistas tratados con estatinas es normal observar en sus analíticas sanguíneas de control niveles elevados de transaminasas (GOT, GPT) (procedentes de los músculos no del hígado) o de creatín quinasa (CK), como reflejos bioquímicos del daño muscular producido por el medicamento. A pesar de los efectos secundarios sobre el tejido muscular, son mucho más notables los beneficios que ocasionan las estatinas frente a sus perjuicios; así, se ha demostrado que el tratamiento con estatinas reduce el riesgo de muerte prematura, de manera independiente a los efectos que tiene el ejercicio físico.

En resumen, todos aquellos deportistas que padecen alteraciones en sus perfiles lipídicos (aumento del colesterol y/o triglicéridos), y que no pueden ser controlados con la dieta y/o ejercicio físico, el tratamiento con estatinas a día de hoy es la opción médica más correcta. A la pregunta, si eso afectará negativamente al rendimiento, la respuesta es "sí", pero a pesar de ello, la salud está por encima del rendimiento deportivo.

La importancia del entrenamiento de fuerza en maratón

Ayer domingo tuvo lugar la Maratón de Madrid (España) donde miles de corredores se enfrentaron a unos duros 42 k 195 m. Solo unos pocos cientos de atletas se enfrentaron a la competición bien preparados, unos miles más con un entrenamiento suficiente, y bastantes con la esperanza de “sobrevivir” a la distancia en un entorno más de aventura que de actividad atlética. En cualquier caso, mi enhorabuena y mi reconocimiento a todos ellos por su entusiasmo y esfuerzo. Lo que seguro fue un denominador común ayer entre la mayoría de los corredores, excluyendo esos pocos cientos bien preparados, fue una mezcla de sensaciones de agotamiento, dolor, contractura...fracaso muscular en definitiva, especialmente de sus cuádriceps, a partir del kilómetro 25-28 aproximadamente. Y es que, esa gran mayoría seguro que valoraría como bajo-moderado el esfuerzo cardiopulmonar, pero a la vez como muy duro-extremadamente duro el esfuerzo muscular. Y este panorama se repite en todos los maratones que se celebran por todo el mundo. A pesar de ello, la mayoría de los corredores siguen empeñados en acumular kilómetros, hacer series, e incluso entrenar en ayunas, pero pocos, muy pocos dedican tiempo suficiente al entrenamiento específico de fuerza, especialmente de los músculos de las extremidades inferiores. Lo que está claro es que la única manera de soportar los más de 28000 impactos contra el suelo y la correspondiente contracción excéntrica de los extensores de la rodilla (cuádriceps), es entrenar fuerza, y específicamente fuerza excéntrica. Muchos de los que lean este *post* mañana, habrán sentido el domingo esa impotencia muscular para mantener el ritmo de carrera entre los kilómetros 27-35, y la mayoría de ellos todavía padecerán aún 24-48 h más de dolor muscular tardío (agujetas). A todos ellos les animo a introducir en su esquema de entrenamiento al menos 1 día de entrenamiento de fuerza excéntrica. Estoy absolutamente convencido de que cualquier aficionado podría correr con “cierta comodidad” la distancia de 42 k 195 m, entrenando carrera 2 días por semana, y 2 más de fuerza específica.

Cuestionando el concepto “Fatmax”

Desde los inicios de la fisiología del ejercicio siempre tuvo interés conocer las intensidades de ejercicio relacionadas con el metabolismo de las grasas. Hace unos pocos años se acuñó el concepto *Fatmax*, para hacer referencia a la intensidad de ejercicio asociada al máximo metabolismo de las grasas, pero no está claro que esta variable generalmente analizada en test incrementales, tenga la misma validez durante el ejercicio prolongado. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Schwindling y col, 2014; Int J Sports Med 35: 280-5*) en el que los autores hipotetizaron que no habría diferencias en la oxidación de las grasas a 2 diferentes intensidades. Para ello analizaron el metabolismo de las grasas durante un test de 1 h de duración realizado a intensidad *Fatmax*, y a intensidades superior e inferior. La intensidad media seleccionada fue de 52%, 60% y 70%, correspondientes a intensidad inferior, igual y superior, respectivamente, de la carga correspondiente al *fatmax*. Los resultados no mostraron diferencias en el metabolismo de las grasas entre las tres intensidades.

Así pues, los resultados sugieren que la oxidación de las grasas es similar entre un 50% y un 70% VO₂max (~umbral aeróbico), por lo que se cuestiona el concepto Fatmax que se asocia a una intensidad específica de ejercicio.

Pérdida de grasa: ejercicio continuo vs intermitente

Aunque una intensidad de ejercicio aproximada al 50% VO_2max se ha asociado a la máxima oxidación de las grasas (Fatmax), los ejercicios intermitentes de alta intensidad (HIIE) provocan una mayor reducción de grasa en comparación a la misma cantidad de ejercicio pero realizada de manera continua y a menor intensidad. Hasta la fecha no había bases metabólicas que explicaran los mecanismos de justificación. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Gerber y col, 2014; *Eur J Appl Physiol* 19-abr) en el que se investigó las respuestas fisiológicas y metabólicas a dos diferentes protocolos de ejercicio, semejantes respecto al trabajo total realizado. Con una semana de intervalo, sujetos sanos pedalearon en bicicleta durante 30 min al 50% VO_2max , o realizaron 20 s de ejercicio supramáximo al 150% VO_2max , separados por 40 s de recuperación. Los resultados no mostraron diferencias en la frecuencia cardiaca y VO_2 medio, ni en glicerol ó ácidos grasos libres, entre ambos protocolos (ejercicio y recuperación). Los niveles plasmáticos de lactato e hipoxantina se elevaron en HIIT, y la excreción urinaria de hipoxantina y ácido úrico fueron mayores después de HIIT. Los resultados (acumulación de hipoxantina y eliminación de purinas en orina) representan una pérdida neta de ATP desde el músculo en HIIT. Así, la restauración de de esos elementos requerirán reemplazar los niveles de ATP, contribuyendo con ello a balances energéticos negativos, y en parte justificando la mayor pérdida de grasa en HIIT vs entrenamiento continuo.

Efectos de la música sobre el rendimiento anaeróbico

En los últimos años se han publicado diferentes estudios de los efectos de escuchar música sobre el rendimiento cardiorrespiratorio, observando algunos que incluso puede mejorar la recuperación. Recientemente se han publicado los resultados de una investigación (Atan, 2014; *Biol Sport* 30: 35-9) de los efectos de la música y su ritmo sobre el rendimiento anaeróbico. 28 sujetos realizaron un test anaeróbico en carrera en tres condiciones distintas y días separados: música ritmo lento, música ritmo rápido y no música. 48 h después de completar el test anaeróbico en carrera, los sujetos realizaron un test de Wingate en las tres condiciones referidas. Los resultados mostraron diferencias en la potencia anaeróbica en las tres condiciones, ni en la frecuencia cardiaca, ni en los niveles de lactato en sangre.

Los resultados sugieren que escuchar música no tiene impacto sobre el rendimiento anaeróbico, ni parece modificar las respuestas fisiológicas. En contraste, muchos corredores se sienten mejor si escuchan música, aunque casi siempre durante las tiradas largas a ritmos bajos. Se me hace más difícil visualizar a corredores escuchando música y realizando entrenamientos de resistencia aeróbica de alta/muy alta intensidad, donde la concentración y la percepción del cuerpo son elementos muy importantes a la hora de regular el esfuerzo.

Salud y ejercicio: efectos de volumen vs intensidad

Hay un debate abierto actualmente sobre que planteamiento de ejercicio (volumen vs intensidad) puede favorecer más a la salud. En los últimos meses parece que la balanza se inclina un poco más hacia el bajo volumen-alta intensidad, pero aún es muy pronto para llegar a conclusiones definitivas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Foulds y col, 2014; Eur J Appl Physiol 27-abr) cuyo objetivo fue examinar la relación dosis-respuesta entre ejercicios de volumen vs intensidad. Para ello un grupo de sujetos activos sanos fueron asignados a varios grupos de ejercicio: 1) 10 min caminando a alta intensidad, 1 sesión/semana; 2) 10 min caminando a alta intensidad, 3 sesiones/semana; 3) 30 min caminando a alta intensidad, 3 sesiones/semana; 4) 60 min caminando a alta intensidad, 3 sesiones/semana; y 5) 30 min corriendo, 3 sesiones/semana. También hubo un grupo control que no realizó ejercicio. Se analizaron diferentes marcadores de salud (presión arterial, composición corporal, glucosa y lípidos sanguíneos, y VO₂max), antes y después de 13 semanas de entrenamiento. Los resultados mostraron que mejoras de indicadores de salud se observaron con sesiones de al menos 30 min. La mayor intensidad (carrera) se asoció a mayores beneficios en el perfil de triglicéridos. Los autores concluyen, que para sujetos físicamente activos programas de ejercicio de al menos 30 min, realizados 3 veces/semana, se asocian a mejoras en los indicadores de salud.

Este trabajo no aporta grandes novedades a lo ya conocido, pero su planteamiento inicial sí es interesante, con la vista puesta en las recomendaciones futuras de actividad física en relación a la salud. En mi opinión hemos de investigar en profundidad si 1 sesión de ejercicio a la semana de suficiente duración e intensidad se asocia a cambios significativos en los marcadores de salud más destacados. De confirmarse, quizás este planteamiento mejoraría la adherencia a programas de todas aquellas personas que aducen no tener tiempo para entrenar, o simplemente no les entusiasma la realización de ejercicio físico. Os animo a investigar en esta línea.

¿Por qué entrenar los músculos respiratorios?

Aunque ya he abordado este tema en otras ocasiones, me sigue sorprendiendo el escaso número de deportistas de resistencia aeróbica que realizan entrenamiento específico de los músculos respiratorios. Por ejemplo, muchos corredores, quizás demasiados, utilizan medias de compresión, cuyos efectos beneficiosos están en entredicho, pero en cambio no entrenan sus músculos respiratorios, algo que está plenamente contrastado en relación a la mejora del rendimiento. Existen dos razones principales por las que se debe incluir este entrenamiento en la estructura de un entrenamiento global. La primera, porque se ha demostrado que los músculos respiratorios (esencialmente los inspiratorios) se llegan a fatigar, y por tanto pierden fuerza de contracción, en ejercicios de larga duración. Esa fatiga, no solo afecta al proceso de ventilación pulmonar, sino que esos músculos fatigados envían señales al sistema nervioso, que repercuten negativamente en el rendimiento de los músculos locomotores. La segunda, es que esos músculos compiten con los músculos locomotores por el oxígeno, de tal manera que lo que consumen (VO_2) los músculos respiratorios, no lo pueden hacer los músculos locomotores y con ello estos disminuyen el rendimiento. Se ha demostrado ampliamente que un entrenamiento específico de los músculos respiratorios, retrasa su fatiga y los hace más eficientes, lo que significará que necesitarán menos oxígeno para desarrollar su función, y ese oxígeno que no consumen lo podrán utilizar los músculos locomotores y mejorar su rendimiento. En síntesis, esas son las principales razones por las que los deportistas de resistencia aeróbica deberían incluir este tipo de entrenamiento. Animo a los deportistas, pero sobre todo a sus entrenadores, a incluir sistemáticamente el entrenamiento específico de los músculos respiratorios en la planificación general del entrenamiento de deportistas de resistencia aeróbica.

Ingesta de proteínas durante ejercicio aeróbico

Distintos estudios han demostrado el incremento de la síntesis de proteínas musculares en relación a la ingesta de proteínas post-ejercicio, facilitando con ello los procesos de adaptación. La ingesta de proteínas durante ejercicio de resistencia aeróbica de duración prologada se recomienda con frecuencia, pero no conocemos realmente su utilidad en relación al rendimiento. En este sentido, recientes estudios no han observado efectos ergogénicos de la ingesta de proteínas durante el ejercicio, por lo que concluyen que añadir proteínas a los hidratos de carbono durante el ejercicio no aumenta el rendimiento en mayor medida que la ingesta únicamente de hidratos de carbono. Podéis consultar una completa revisión sobre este tema en *Sports Med (44 Suppl 1:105-11, 2014; Van Loon LJ)*.

Es aún más frecuente entre deportistas de resistencia aeróbica la ingesta de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) durante el entrenamiento y/o competición, pero tampoco en este caso está plenamente probada su eficacia en relación al rendimiento deportivo.

Calidad de sueño en atletas: algunas recomendaciones nutricionales

Los estudios realizados sugieren que los atletas tienen reducida tanto la calidad, como la cantidad de sueño. Se ha demostrado que la privación de sueño tiene efectos negativos sobre el rendimiento, especialmente en resistencia aeróbica, así como puede influir en el aprendizaje, memoria, función cognitiva, percepción del dolor, inmunidad e inflamación. También se han descrito cambios en el metabolismo de la glucosa y función neuroendocrina, que podría afectar al metabolismo de los hidratos de carbono, apetito y síntesis de proteínas. En los últimos años distintas investigaciones han abordado la eficacia de intervenciones nutricionales para facilitar el proceso del sueño, sugiriendo entre otras recomendaciones las siguientes: 1) alimentos con elevado índice glucémico (arroz, pasta, pan, patatas) inducen sueño, aunque deberían ingerirse al menos 1 h antes de ir a la cama; 2) dietas ricas en proteínas parecen mejorar la calidad del sueño; 3) dietas ricas en grasas, afectan negativamente a la duración del sueño; 4) al disminuir la ingesta calórica, la calidad del sueño puede afectarse negativamente; 5) pequeñas dosis de triptófano (1 g) parecen mejorar la calidad del sueño; esta cantidad se puede conseguir ingiriendo 300 g de pavo; y 6) la melatonina puede ayudar a conseguir conciliar el sueño antes. Podéis encontrar más información en una revisión reciente (*Halson, 2014; Sports Med 44 (supl 1):13-23*).

La grasa corporal no influye en la tasa máxima de oxidación de las grasas

Se puede pensar que a mayor contenido de grasa corporal más fácilmente se pueden oxidar las grasas en el ejercicio, pero los resultados de un estudio publicado recientemente (Blaize y col, 2014; *J Strength Cond Res* 2-may) sugieren que no es así. Los autores examinaron como la masa grasa afectaba a la máxima tasa de oxidación de las grasas en mujeres. Para ello seleccionaron a mujeres sanas con %grasa corporal entre 18,6 y 30%, y las dividieron en dos grupos: 1) grupo de baja grasa corporal (15-24,9% grasa) y 2) grupo de alta grasa corporal (25-35% grasa). Todas las mujeres realizaron un test de ejercicio para determinar la máxima tasa de oxidación de grasas, observando que no hubo diferencias entre los grupos. La máxima tasa de oxidación de las grasas se detectó al 55,7% y 59,1% VO_{2max} en los grupos de mujeres de bajo y alto %grasa corporal, respectivamente. La tasa máxima de oxidación de grasas no se correlacionó con la masa grasa, ni con la masa libre de grasa, ni con el VO_{2max} .

En conclusión, las mujeres con más grasa corporal no parece que oxiden más grasa durante el ejercicio, por lo que en principio no deberían establecerse diferencias en la estructura de programas de ejercicio desde un punto de vista metabólico.

Electromioestimulación para sedentarios inveterados?

A pesar de los beneficios conocidos del ejercicio físico sobre la salud, son millones de personas las que, asumiendo esos beneficios, bien por pereza, bien por falta de disfrute, bien por “falta de tiempo”, mantienen y mantendrán hábitos sedentarios el resto de su vida. ¿Qué hacer?. Pues además de insistir en alejar de sus vidas los hábitos no saludables y factores de riesgo para la salud, y recomendar en muchos casos algunos fármacos de probada eficacia preventiva (ej. polipildora), deberíamos tratar de minimizar en lo posible los efectos del descondicionamiento muscular. El músculo (tejido muscular) no solo es un efector de movimiento, sino que desde su estructura más íntima, envía señales al sistema nervioso que regulan directa o indirectamente el funcionamiento de órganos y sistemas. En definitiva, una masa muscular conservada y con buena capacidad funcional se asocia a una buena salud general, y al contrario, un tejido muscular deteriorado en su función es una fuente de problemas de salud. En este escenario, y dado en soporte científico actual en relación al tema, me pregunto por qué no tratar de que al menos estimulen sus principales grupos musculares de manera pasiva por medio de la electroestimulación. El contexto de un sujeto viendo TV al tiempo que está recibiendo corrientes eléctricas en determinados grupos musculares, sin duda nos podrá escandalizar a quien, como yo, defiende la realización de actividad física, pero quizás desde un punto de vista de la salud de ese sedentario inveterado, esa escena podría relacionarse con la prevención de enfermedades. Aunque distintos estudios han abordado desde hace tiempo los efectos de la electromioestimulación en relación a factores de riesgo para la salud, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Daley y Babault, 2014; *J Sports Sci Med* 13: 444-50) que sugieren la efectividad de tal procedimiento sobre adaptaciones musculares y cardiovasculares.

En mi opinión, el sedentarismo va a ir creciendo día a día en nuestra sociedad y quizás sea el momento de ir disponiendo de herramientas para tratar de minimizar al máximo el impacto negativo que el sedentarismo tiene sin duda sobre la salud.

Variables de salud y rendimiento en futbolistas de edad avanzada frente a entrenados en fuerza y resistencia aeróbica

Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Randers y col, 2014; J Sports Sci 1-may*) cuyo objetivo fue analizar variables de rendimiento e indicadores de salud cardiovascular en futbolistas, entrenados en resistencia aeróbica, entrenados en fuerza y no entrenados, todos de edad avanzada (65-85 años). En el test de rendimiento los futbolistas mostraron mejor capacidad que los no entrenados y entrenados en fuerza, y similar a los entrenados en resistencia aeróbica. El % de grasa de los futbolistas fue menor que en los no entrenados, y similar con el resto de los grupos. El VO2max de los futbolistas fue similar a los no entrenados y entrenados en fuerza, pero inferior a los entrenados en resistencia aeróbica. En resumen, los futbolistas manifestaron mejor perfil de salud cardiovascular y rendimiento que los no entrenados. La capacidad de ejercicio y capacidad aeróbica muscular de los futbolistas fue también superior que las correspondientes a los entrenados en fuerza, y comparable a los entrenados en resistencia aeróbica.

En resumen, el fútbol parece una buena alternativa de actividad física para personas de edad avanzada.

Ejercicio y apetito

Con frecuencia los pacientes que desean perder grasa corporal e incorporan el ejercicio físico como parte de la estrategia para lograr el objetivo se quejan de que el ejercicio les aumenta el apetito, lo que ocasiona una compensación entre las kilocalorías metabolizadas respecto a las ingeridas. En este sentido, se ha sugerido que el ejercicio de alta intensidad, al generar altas concentraciones de catecolaminas, podría “frenar” ese aumento de apetito vinculado al ejercicio en personas no obesas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Martins y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 12-may*) en el que los investigadores compararon los efectos de diferentes modalidades de ejercicio (moderado continuo e interválico de alta intensidad) de gasto isocalórico (250 kcal) sobre las respuestas de las hormonas vinculadas al apetito, sensación subjetiva de apetito, y consumo energético, en sujetos con sobrepeso y obesos. Los resultados sugieren que todos los protocolos tuvieron similares efectos sobre el apetito en personas con sobrepeso y/o obesas.

Así pues, no parece tan importante la modalidad de ejercicio desarrollado sobre la sensación de apetito en personas con sobrepeso y/o obesas, aunque hay que resaltar que los protocolos empleados se asociaron a un gasto energético de solo 250 kcal. Si estos mismos resultados son reproducibles para gastos energéticos superiores habrá que investigarlo en el futuro.

Variación de ejercicios y ganancia de fuerza

La fuerza muscular es una cualidad con muchas vertientes tanto en su expresión como en las modalidades de entrenamiento; en base a ello no existe una única forma de entrenar fuerza cuando se quiere alcanzar un objetivo concreto. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Fonseca y col, 2014; J Strength Cond Res 14-may*) en el que los investigadores valoraron los efectos de variar de modalidad ejercicio vs modalidad única sobre el área transversal del músculo (CSA) y máxima fuerza, utilizando cuatro rutinas de entrenamiento: intensidad constante-modalidad constante (CICE), intensidad constante y variados ejercicios (CIVE), intensidad diferente y modalidad constante (VICE) y intensidad diferente-modalidad diferente (VIVE). Los grupos experimentales entrenaron 2 veces/semana durante 12 semanas. Squat 1RM y CSA fueron valorados al inicio y al final del periodo de entrenamiento. Los resultados mostraron que el CSA del cuádriceps aumentó significativamente en todos los grupos. El grupo CIVE alcanzó un mayor grado de incremento de fuerza, respecto a los otros grupos, sugiriendo que este esquema de entrenamiento es más eficaz para ganar fuerza. Por otra parte, los resultados sugieren que una vez alcanzada una determinada intensidad de entrenamiento, la hipertrofia muscular es similar independientemente de la intensidad del ejercicio y variación de modalidades del mismo.

Aunque muchas personas establecen rutinas poco variadas que repiten cada día de entrenamiento, este estudio sugiere la conveniencia de emplear distintas modalidades de ejercicio si se quiere alcanzar un alto grado de expresión de la fuerza.

Utilización de sustratos energéticos con variaciones de intensidad

Las sesiones de ejercicio con fluctuaciones de intensidad, como el Spinning®, tienen un alto grado de aceptación entre los usuarios de los centros de fitness. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Kang y col, 2014; *J Strength Cond Res* 14-may) en el que los investigadores examinaron los efectos de la fluctuación de la intensidad y su magnitud sobre el VO₂ y utilización de sustratos durante el ejercicio y la recuperación. Los sujetos participantes realizaron 3 protocolos de ejercicio de 30 min con el mismo trabajo total: 1) pedaleo a intensidad constante de 75 W (P1); 2) pedaleo alternando 50 y 100 W cada 5 min (P2); y 3) pedaleo alternando 25 y 125 W cada 5 min (P3). Cada sesión de ejercicio tuvo un seguimiento de 25 min de recuperación. Los resultados mostraron que el VO₂ fue similar en las tres sesiones de ejercicio, pero fue mayor en P2 y P3 en recuperación. La tasa de oxidación de hidratos de carbono fue mayor en P3 que en P2 ó P1 durante el ejercicio, y mayor en P3 que en P1 en la recuperación. La oxidación de grasas fue menor en P3 que en P2 y P1 durante el ejercicio, pero fue similar entre protocolos en la recuperación. Los resultados sugieren que las fluctuaciones de intensidad en una sesión de ejercicio, provocan en conjunto (ejercicio + recuperación) una mayor utilización de hidratos de carbono y menor de las grasas.

Los cambios de ritmo en una sesión de ejercicio, además de provocar mayor adherencia a los programas, se vinculan a modificaciones en la tasa de utilización de hidratos de carbono y grasas, hecho que deben tener en cuenta nutricionistas y entrenadores personales. La necesidad de generar energía de forma rápida en un cambio de ritmo, vincula necesariamente a la glucólisis en detrimento del metabolismo de las grasas.

Niños: jugar al aire libre

Como he comentado en alguna ocasión respecto a la actividad física en niños: *“dales tiempo, espacio y la compañía de otros niños y estructurarán un entrenamiento interválico”*. En relación a esto, se acaban de publicar los resultados de un estudio (Stone y Faulkner, 2014; *Prev Med* 14-may) cuyo objetivo fue determinar en niños (11 años) la asociación entre el tiempo de juego al aire libre, con comportamientos sedentarios y sobrepeso/obesidad. Se valoraron también las actividades extraescolares. Los resultados mostraron que los niños que más jugaban al aire libre realizaban más actividad física total, reducían comportamientos sedentarios y prevenían el sobrepeso.

Aunque quizás el estudio no aporte grandes novedades al respecto, si inciden en la necesidad de realizar cambios sociales respecto a los niños y sus juegos. Es seguro que no vamos a volver a tiempos pretéritos, pero es obligatorio facilitar que nuestros hijos puedan jugar con otros niños al aire libre. Claro que eso requiere dedicación, y es más cómodo dejarles con el ipad.

Los post-grado o el arte del engaño

Desde hace años las universidades están explotando un verdadero filón de ingresos a través de los post-grado. Son miles los titulados ilusionados por adquirir conocimientos transferibles a su profesión, aprender a investigar, o simplemente mejorar su formación, que pagan sumas de dinero muy elevadas para ser admitidos en los diferentes post-grado ofertados por las universidades. La pregunta es: ¿qué nivel de calidad tienen muchos de esos post-grado?. Con frecuencia alumnos de distintos países me preguntan donde cursar un buen post-grado (master/magister...), y siempre respondo lo mismo: valora bien la calidad de la institución dónde vas a invertir tu dinero. Y es que, en la amplia oferta de post-grado te puedes encontrar de todo: 1) Máster en Investigación, donde el 95% de los profesores no son doctores, ni han publicado un solo artículo en su vida; 2) Máster “profesionalizantes” que admiten perfiles profesionales diferentes, como por ejemplo Máster en Nutrición Deportiva y Entrenamiento. Esto como se come?; va dirigido a nutricionistas que quieren ser entrenadores?, a entrenadores que quieren ser nutricionistas?, a médicos que quieren ser nutricionistas y entrenadores?, no se, me parece una locura; 3) Máster que no cuentan con grupos de investigación activos de soporte de los mismos, lo que lleva a constituirse como puramente teóricos; 4) Máster/Magister cuyos directores tienen como máximo nivel de cualificación llevar traje y corbata, y ser amiguete del director de departamento; 5) Master/Magister impartidos por 3-4 profesores, todos amigos de la casa, cuya formación científica pasa por leer apenas las noticias de los diarios. 6) Master sin laboratorios. En fin, solo quería denunciar el engaño a que son sometidos multitud de titulados que con mucho esfuerzo pagan matrículas desorbitadas, a veces incluso viajando fuera de su país, para al final encontrarse que todo lo bueno que tenía ese Master/Magister era un bien elaborado folleto. Mi recomendación es asegurarse de la calidad de un post-grado antes de invertir el dinero y las ilusiones en el mismo. Afortunadamente, existen excelentes post-grado (Master, Magister, etc) en todos los países, y es ahí donde debemos dirigir nuestra mirada; solo así evitaremos las frustraciones generadas por la mediocridad de muchos de esos llamados “post-grado”.

Rendimiento en triatlón medio-ironman en ambiente caluroso

Muchos triatlones se celebran en condiciones climatológicas adversas, la mayoría en ambiente caluroso, y a menudo infravaloramos el estrés añadido que supone para nuestro organismo los procesos de termorregulación asociados al ejercicio en calor. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*DelCoso y col, 2014; J Sports Sci 13-may*) en el que los investigadores analizaron diferentes variables fisiológicas y su relación con el rendimiento en un medio-ironman. Los resultados mostraron un descenso del peso corporal del 3,8% mostrando una relación positiva entre ese descenso y el rendimiento. El aumento de la temperatura corporal se correlacionó negativamente con el rendimiento. Los marcadores de daño muscular correlacionaron negativamente con el rendimiento. En resumen, este estudio mostró que en los triatletas más rápidos presentaron mayores ganancias de temperatura y mayores descensos de peso corporal, mientras que en los más lentos fue más evidente el daño muscular en relación al descenso del rendimiento.

Investigaciones previas ya nos habían mostrado como en los atletas de más nivel se producen mayores aumentos de la temperatura corporal, y por otra parte, a mayor adaptación al calor la sudoración aumenta. Ambos aspectos se contemplan en los resultados de esta investigación. Los triatletas deben recordar que conforme mayor sea su adaptación al calor y su nivel competitivo, deberán hidratarse más.

Frecuencia cardiaca e intensidad de ejercicio

Entrenadores, fisiólogos y atletas manejan diferentes variables para controlar la intensidad del ejercicio de resistencia aeróbica. Una de las más utilizadas es la frecuencia cardiaca, pero ¿es fiable la frecuencia cardiaca como indicador de intensidad de ejercicio?. En términos genéricos podemos decir que si lo es, aunque si profundizamos un poco comienzan a surgir dudas y su fiabilidad se tambalea. Así, al introducir el factor “tiempo de ejercicio” la frecuencia cardiaca comienza a distorsionarse, y por tanto a perder fiabilidad. Y es que esta variable está sujeta a influencias fisiológicas inherentes a la realización del propio ejercicio que provocan un aumento progresivo de la misma en función del tiempo. El denominado “*drift cardiovascular*” es el más representativo de esos procesos, y ocasiona que a partir de los 10-20 min de ejercicio la frecuencia cardiaca aumente progresivamente. También la deshidratación asociada invariablemente al ejercicio de resistencia aeróbica de larga duración provoca un descenso del volumen plasmático, y con ello un aumento de la frecuencia cardiaca al descender el volumen sistólico. Así pues, la frecuencia cardiaca sufre serias perturbaciones a partir de los 20 min de ejercicio que la sitúan como una variable muy cuestionada como marcador fiable de intensidad de ejercicio. Como ejemplo representativo, cualquier triatleta de larga distancia, sabe que no puede guiarse de la frecuencia cardiaca para modular la intensidad de ejercicio una vez que llega a la parte de la carrera. Con este panorama, en mi opinión es la percepción subjetiva del esfuerzo la variable más fiable que nos ayuda a controlar la intensidad del ejercicio de resistencia aeróbica.

Entrenamiento excéntrico e hipertensión arterial

Tanto el entrenamiento de resistencia aeróbico (RA), como el de fuerza (F) se recomiendan como parte del tratamiento en hipertensos, así como prevención de la hipertensión (HTA). Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Dos Santos y col, 2014; J Strength Cond Res 19-may*) en el que los investigadores compararon la respuesta hipotensiva post-ejercicio (PEH) después de entrenamiento aeróbico vs fuerza en mujeres hipertensas de edad avanzada. El programa tuvo una duración de 16 semanas combinando ejercicio aeróbico y ejercicio de fuerza excéntrica y convencional. Tanto la presión arterial sistólica como la diastólica disminuyeron al combinar los entrenamientos de fuerza y el aeróbico. Los autores proponen que dado el menor estrés cardiovascular del entrenamiento excéntrico, esta modalidad de entrenamiento de fuerza debería contemplarse en personas hipertensas de edad avanzada.

En los últimos meses estamos asistiendo a un refuerzo muy notable en las indicaciones del entrenamiento de fuerza excéntrico, tanto en fisiología del deporte, como en fisiología clínica del ejercicio. En mi opinión, se hace prácticamente obligatorio incluir esta modalidad de entrenamiento cuando aplicamos ejercicio vinculado a la salud.

Obesidad y depresión

En los cuadros más graves de depresión se han observado cambios en los niveles de citoquinas habiéndose relacionado con la patogénesis de la enfermedad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Schmidt y col, 2014; J Psychiatr Res 8-may*) en el que los investigadores valoraron los niveles de citoquinas en personas con y sin depresión, obesos y no obesos. Los resultados mostraron que los pacientes deprimidos manifestaban niveles de citoquinas (IL-2, IL-5, IL-12, IL-13, TNF α) más elevados que los sujetos sanos. Por otra parte, los pacientes no obesos deprimidos, presentaron igualmente niveles elevados de citoquinas comparados con los no obesos-no deprimidos. Los pacientes obesos y deprimidos mostraron mayores valores de citoquinas que los obesos-no deprimidos. Los resultados de este estudio soportan una sobre-expresión de citoquinas pro-inflamatorias en enfermos deprimidos, y este estatus de inflamación crónica puede contribuir a la morbi-mortalidad entre la depresión y las enfermedades alérgicas y/o asmáticas. Además, los resultados sugieren procesos inflamatorios asociados a la obesidad, y establecen interacciones entre los niveles séricos de citoquinas y aspectos ligados al comportamiento tanto en obesos, como en enfermos deprimidos.

En resumen, muchos de los comportamientos que observados en pacientes obesos, y en menor grado en personas con sobrepeso, tienen una base de alteración bioquímica. Y esta es una de las razones por las que el ejercicio físico debe ser siempre considerado como parte de la estrategia en el tratamiento de la obesidad, y no tanto por el gasto energético asociado al mismo.

Actividad física, inflamación y envejecimiento cerebral

La actividad física disminuye los niveles de inflamación, y ambos afectan a la estructura cerebral y al riesgo de padecer enfermedad de Alzheimer. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Braskie y col, 2014; Neuroscience 13-may*) en el que los autores hipotetizaron que los adultos de edad avanzada que realizaban más actividad física y tenían menores niveles de marcadores séricos de inflamación (TNF- α) manifestaban mayores volúmenes cerebrales valorados por resonancia magnética. Pacientes de 80 años sanos y padeciendo Alzheimer fueron examinados durante 5-9 años en relación a la actividad física realizada, niveles de TNF- α y volúmenes cerebrales. Los resultados mostraron que una mayor intensidad de ejercicio junto con menores niveles séricos de TNF- α se asociaron con mayores volúmenes cerebrales globales. Por otra parte, los niveles de TNF- α , pero no la actividad física, se asociaron con el volumen regional del lóbulo parietal inferior, una región asociada a la inflamación en pacientes con Alzheimer. En resumen, la actividad física y los marcadores inflamatorios parecen relacionarse con la estructura cerebral en personas de edad avanzada.

Electroestimulación sobre pedaleo

Que la electromioestimulación está de moda en los ámbitos científicos es un hecho, solo hay que observar los muchos artículos publicados cada mes en las revistas de ciencias del deporte y la salud. En base a esta corriente en los próximos meses vamos a asistir a muchos enfoques acerca de las aplicaciones de esta técnica. En este sentido, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Watanabe y col, 2014; Eur J Appl Physiol 28-may*) cuyo objetivo fue valorar los efectos de una electromioestimulación (EMS) durante pedaleo voluntario en bicicleta sobre las respuestas metabólicas y cardiovasculares. Distintos sujetos pedalearon a carga submáxima (80% umbral ventilatorio 1) durante 20 min mientras se aplicaba un protocolo de EMS a músculos de la pierna entre los minutos 5 a 10 y 15 a 20 durante el ejercicio. Los resultados mostraron mayor VO_2 , frecuencia cardiaca, y RER en los periodos de EMS. Esos cambios se acompañaron de elevaciones de lactato en sangre, sugiriendo el reclutamiento de fibras musculares rápidas durante EMS. Los datos sugieren que la utilización de EMS intermitente parece “imitar” el entrenamiento intermitente de alta intensidad al reclutar unidades motoras rápidas, provocando mayor participación del metabolismo anaeróbico y menor eficiencia mecánica.

Aunque los resultados de los estudios que están aplicando EMS son muy interesantes, en mi opinión es muy pronto para lanzarse a aplicar EMS sin control y en cualquier circunstancia en relación con el entrenamiento o la salud. Conclusiones parciales se pueden encontrar en muchos estudios, pero es necesario mantener la calma y esperar a que los conocimientos se consoliden; si no lo hacemos así, mañana estaremos aplicando EMS a personas que hacen ejercicio para perder grasa corporal, o abriremos un negocio cuyo eje gire sobre la EMS y sus efectos maravillosos y universales.

Entrenamiento interválico de alta intensidad en los periodos de transición entre temporadas

Somos muchos los que pensamos que en las fases de transición entre temporadas u objetivos deben estar presentes sesiones de alta intensidad espaciadas suficientemente y no basar el entrenamiento en estos periodos (que no son “basura”) solo en la baja intensidad, se supone de recuperación. En este sentido, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Rønnestad y col, 2014; Eur J Appl Physiol 31-may*) en el que los investigadores valoraron los efectos de la combinación de entrenamiento de baja intensidad más una sesión de HIT cada 7-10 días, frente al entrenamiento tradicional de baja intensidad durante un periodo de transición (8 semanas) de temporada en ciclistas. Se evaluaron los efectos de ambos protocolos después del periodo de transición y en el inicio del periodo de competición siguiente (16 semanas). Los resultados mostraron mayores potencias asociadas a 4 mM de lactato (después del periodo de transición y al iniciar el competitivo), y mayor potencia sostenida en 40 min de pedaleo simulando contrarreloj después del periodo de transición en el protocolo con HIT.

Los hallazgos sugieren que las sesiones de HIT deberían incorporarse en las rutinas de entrenamiento en los periodos de transición entre temporadas, con el fin de minimizar el descenso del VO₂max y del rendimiento. Si esto permite o no mejores rendimientos en la siguiente temporada no se puede asegurar.

Insuficiencia cardiaca y entrenamiento interválico de alta intensidad

La realización de ejercicio ha mostrado ampliamente su eficacia en el tratamiento coadyuvante de muchas enfermedades, casi siempre incidiendo directamente en la fisiopatología de la enfermedad (diabetes tipo II, osteoporosis, etc), y otras sobre las consecuencias de la misma (EPOC, insuficiencia cardiaca, etc). Por otra parte, hasta hace relativamente poco tiempo, a los pacientes cardiacos se les recomendaba (cuando se hacía) la realización de ejercicio físico moderado, pero en los últimos años se ha mostrado que también el ejercicio de alta intensidad puede estar indicado. En este sentido, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Huang y col, 2014; Eur J Appl Physiol 1-jun*) en el que los autores aplicaron un protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad modificado en pacientes con insuficiencia cardiaca con reducida fracción de eyección. Los pacientes fueron divididos en dos grupos en función del entrenamiento aplicado: entrenamiento continuo a intensidad umbral ventilatorio 1 durante 4 semanas seguido de entrenamiento interválico (3 min al 40% y 80% VO_2 reserva) durante 8 semanas, ó actividad física recomendada no controlada. Los resultados mostraron que los pacientes del grupo de entrenamiento interválico aumentaron significativamente el gasto cardiaco, VO_2 pico, potencia asociada a VO_2 pico. También redujeron los valores de VE/VO_2 , frecuencia respiratoria, ventilación pulmonar. No hubo modificaciones hemodinámicas ni ventilatorias en el grupo de actividad física no controlada. Este estudio demuestra la eficacia del entrenamiento interválico, en esta ocasión con un periodo previo de adaptación con entrenamiento continuo, sobre la eficacia del corazón como bomba. Estos resultados apuntan a que el ejercicio también pueda afectar a la base fisiopatológica en patologías como la insuficiencia cardiaca mejorando el rendimiento cardiaco en estos pacientes.

Un aspecto importante de este estudio es que el entrenamiento comienza a estructurarse de manera similar al entrenamiento deportivo. Primero se genera una buena base aeróbica (umbral ventilatorio) y luego se aplica ejercicio de alta intensidad. El entrenamiento clínico de pacientes aún tiene mucho que desarrollar en cuanto a su planificación y estructura.

Ingesta de proteínas y entrenamiento concurrente

El entrenamiento concurrente (resistencia aeróbica y fuerza) es muy habitual en el área deportiva, y especialmente en fitness. Por otra parte, la ingesta de proteínas post-entrenamiento es usual entre todos los que entrenan fuerza, pero no están claros sus efectos cuando se realizan sesiones concurrentes de fuerza y resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Camera y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 27-may) en el que los autores determinaron los efectos de una suplementación con proteínas (25 g proteína *whey*) sobre las vías de señalización de síntesis de proteínas miofibrilares y mitocondriales después de una sesión de entrenamiento concurrente. El entrenamiento consistió en ejercicios de fuerza (8x5 extensión de pierna, 80% 1RM) seguido de pedaleo en bicicleta (30 min al 70% VO₂pico). Los sujetos tomaron proteínas o placebo justo al terminar la sesión de entrenamiento, obteniendo biopsias musculares (1 h y 4 h post-entrenamiento). Los resultados mostraron que la fosforilación de Akt y mTOR aumentaron 1 h post-entrenamiento en ambos grupos, pero significativamente más en el grupo de proteínas. La PGC-1 α mRNA aumentó en ambos grupos sin diferencias. La tasa de síntesis de proteínas miofibrilares aumentó en ambos grupos pero fue mayor en el grupo que ingirió proteínas (+67%), mientras que la síntesis de proteínas mitocondriales no se modificaron. Los resultados sugieren que una sesión de entrenamiento concurrente promueve respuestas adaptativas anabólicas, y la ingesta de proteínas post-ejercicio aumenta la síntesis de proteínas miofibrilares y atenúa los marcadores de catabolismo muscular.

El entrenamiento concurrente tan frecuente en el ámbito del fitness mantiene la respuesta anabólica muscular y debería completarse con la ingesta de 25-30 g de proteínas para alcanzar la respuesta óptima.

Entrenamiento de fuerza en ciclistas

Los entrenadores de ciclismo ya incluyen desde hace años el entrenamiento de fuerza en la planificación del entrenamiento, aún cuando aún hay que investigar sobre la modalidad y estructura idónea de este entrenamiento en ciclistas. A pesar de las evidencias de su efectividad, todavía miles de ciclistas aficionados (y algún otro profesional) no ven el entrenamiento de fuerza como imprescindible en su preparación. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Rønnestad y col, 2014; Scand J Med Sci Sports 27-may*) cuyo objetivo fue investigar los efectos de 25 semanas de entrenamiento de fuerza en jóvenes ciclistas de élite. Los deportistas se distribuyeron en dos grupos: solo entrenamiento de resistencia aeróbica (E), y entrenamiento de resistencia aeróbica + entrenamiento de fuerza (ES). Los resultados mostraron que el grupo ES mejoró más el pico de potencia en test de Wingate, pico de potencia aeróbica, potencia asociada a 4 mM de lactato, y la potencia media durante una contrarreloj simulada de 40 min. Ninguno de los grupos mejoró el VO₂max ni la economía de pedalada. En resumen, el entrenamiento de fuerza añadido al entrenamiento aeróbico mejora el rendimiento en ciclistas de elite en mayor cuantía que el entrenamiento de resistencia aeróbica aislado.

Los ciclistas aficionados deberían incluir el entrenamiento de fuerza en la planificación de su entrenamiento. Son los entrenadores los que van a garantizar que ese entrenamiento sea el apropiado para este perfil de deportista.

Dietas bajas en hidratos de carbono en deportistas

En el ámbito de la resistencia aeróbica casi es un dogma la necesidad de dietas ricas en hidratos de carbono y la dependencia del rendimiento con su metabolismo. Sin embargo, en los últimos años se comienza a cuestionar la verdadera necesidad de ingestas elevadas de hidratos de carbono en la dieta de deportistas de resistencia aeróbica. En este contexto, cabe contextualizar que uno de los principales objetivos del entrenamiento de resistencia aeróbica es adaptar las células musculares a metabolizar grasas más fácilmente con el fin de ahorrar hidratos de carbono, y con ello retrasar la fatiga (descenso del rendimiento) asociada a la depleción de glucógeno. Por otra parte, las grasas tienen un rendimiento aproximado de producción de ATPs de 0,4 mol/min, mientras que la exigencia de una maratón es de aproximadamente 1 mol/min, por lo que en sentido estricto el maratoniano necesita complementar la energía proveniente de las grasas con la derivada de los hidratos de carbono si quiere mantener una velocidad apropiada; de ahí que cuando los depósitos de hidratos de carbono se vacían el rendimiento cae irremediablemente ("el muro"). Pero esos datos son provenientes de personas que habitualmente ingieren un 50-60% de las calorías totales de su dieta en forma de hidratos de carbono, así que la pregunta es: ¿qué grado de adaptación puede alcanzar una persona en el metabolismo de las grasas si en su dieta habitual los hidratos de carbono descienden muy significativamente?. Tenemos ejemplos de adaptación en los habitantes del Ártico, cuya ingesta de hidratos de carbono es casi inexistente, y aún así son muy resistentes a la fatiga. Por otra parte, las investigaciones han mostrado que atletas que consumen menos de un 10% de hidratos de carbono en su dieta habitual, son capaces de metabolizar más de 1,5 gr de grasa por minuto, pudiendo sostener tasas de oxidación de grasas superiores a los 1,2 gr/min a intensidades del 65% VO₂max (velocidad asociada al ritmo de maratón para muchos deportistas).

Quizá sea el momento de cuestionar uno de los pilares más asentados en fisiología del ejercicio y nutrición deportiva, como es la necesidad de dietas ricas en hidratos de carbono en deportistas de resistencia aeróbica, aunque antes de repudiar los espaguetis definitivamente, investigaciones futuras deben mostrarnos evidencias más firmes. Estaremos muy atentos.

Dietas bajas en hidratos de carbono en deportistas (II)

Ante el interés suscitado por el artículo de ayer, y leídos algunos comentarios y propuestas al respecto he creído oportuno realizar alguna matización. Lo más importante es que, en mi opinión, los hidratos de carbono (ingesta y metabolismo) siguen siendo **imprescindibles** para lograr un adecuado rendimiento en resistencia aeróbica. Las investigaciones actuales en relación a esta cuestión solo tratan de arrojar luz sobre un tema de actualidad, pero como comentaba ayer sería un error tomar como hecho científicamente probado que se puede alcanzar un alto rendimiento deportivo sin hidratos de carbono. En el ejemplo que citaba, los habitantes del Ártico o los corredores etíopes, llevan generaciones y generaciones adaptando su organismo a condiciones climáticas y nutricionales; pretender que un occidental en 8 semanas de no ingerir hidratos de carbono y seguir entrenando vaya a convertir a las grasas en un sustrato energético de rápida producción energética es cuanto menos osado. No obstante, hemos de seguir investigando las mejores opciones (entrenamiento + nutrición) para tratar de optimizar el rendimiento, y de ahí surgió el comentario de ayer. Mi posición está clara: no justifico la reducción de los hidratos de carbono en la dieta de un deportista de resistencia aeróbica, pero tampoco cierro los ojos ante las nuevas evidencias que nos proporcionen investigaciones futuras.

Entrenamiento interválico en sedentarios

Las investigaciones en relación al entrenamiento interválico siguen multiplicándose con aplicaciones en el ámbito de la salud. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Matsuo y col, 2014; Eur J Appl Physiol 11-jun*) en el que los autores aplicaron entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad (HAIT) en sedentarios sanos comparando con entrenamiento continuo. El periodo de entrenamiento fue de 8 semanas, 3 sesiones/semana. El entrenamiento interválico tuvo una duración de 18 min y 180 kcal, mientras que el entrenamiento continuo duró 45 min y 360 Kcal, como valores medios. Se evaluaron cambios en el VO_2 max, masa ventricular izquierda y recuperación de la frecuencia cardiaca después del esfuerzo. Los resultados mostraron un aumento del VO_2 max en ambos grupos, aunque mayor en el HAIT. La masa ventricular izquierda solo aumentó en el grupo HAIT, y la recuperación de la frecuencia cardiaca en el min 2 fue más rápida en el grupo HAIT. Este estudio muestra la eficacia del entrenamiento interválico aeróbico en la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria y función del sistema nervioso autónomo en adultos sedentarios.

La opción del entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad ya está consolidada en el ámbito de la salud, y en este sentido solo cabe señalar la importancia de las exploraciones médicas previas a su aplicación, con el fin de descartar patologías o alteraciones que pudieran limitar o contraindicar su recomendación.

Beneficios del Zumba entre sedentarios

Entre las actividades de fitness, la disciplina Zumba es muy demandada. Consiste en movimientos de baile (es de origen colombiano) combinados con rutinas aeróbicas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Araneta y Tanori, 2014; *J Sport Med Phys Fitness* 12-jun) en el que los autores valoraron los cambios en los componentes del síndrome metabólico (SM) entre mujeres obesas sedentarias con al menos dos componentes de SM. Las participantes (edad media: 52,5 años) acudieron a clases grupales de Zumba 2 veces en semana durante 12 semanas. Los resultados mostraron una reducción de peso de unos 2 kg, descenso de la presión sistólica de 13,63 mmHg y de la diastólica en 6,19 mmHg, mientras que los niveles de triglicéridos descendieron unos 17 mg/dl. No hubo modificaciones en los valores de glucemia basal. En resumen, la disciplina de fitness Zumba mostró buena adherencia con reducciones significativas de los triglicéridos sanguíneos y la presión arterial.

Como he comentado en anteriores ocasiones, desde un punto de vista de la vinculación actividad física-salud, no importa tanto la actividad que uno realice, ni siquiera que seamos capaces de controlar la intensidad, lo importante es que las personas se adhieran al ejercicio; para eso, la diversión otorgada por la actividad es un componente clave y Zumba, como otras muchas disciplinas grupales, puede ser un buen ejemplo.

Salud bucodental y entrenamiento de resistencia aeróbica

La salud bucodental en deportistas de resistencia aeróbica no ha sido muy estudiada. Algunos estudios han establecido relaciones negativas entre la ingesta elevada de bebidas para deportistas y altas tasas de hidratos de carbono con una mala salud bucodental. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Frese y col, 2014; *Scand J Med Sci Sports* 11-jun) en el que los autores investigaron el impacto del entrenamiento de resistencia aeróbica (triatletas) sobre la salud oral, especialmente en relación a la erosión, caries y secreción salival. Los resultados mostraron que los triatletas tenían un mayor riesgo de erosión dental, no observando diferencias respecto a un grupo de sedentarios respecto a la prevalencia de caries o función salival. En el grupo de triatletas, se observó una correlación entre la prevalencia de caries y el tiempo acumulado de entrenamiento semanal. También se observó que en el ejercicio de alta intensidad el flujo de saliva disminuyó aumentando el pH significativamente.

La prevención en relación a la salud bucodental en deportistas de resistencia aeróbica debe reforzarse, al observar un mayor riesgo de erosión dental, así como de caries en relación a la cantidad de ejercicio realizado. Es posible, que las bebidas energéticas consumidas puedan tener un papel importante en este sentido.

Drafting y rendimiento en carrera

El término *drafting* (“ir a rueda”) es muy común en el ámbito del triatlón, pero no hay muchos estudios que hayan evaluado su influencia en el rendimiento en carrera. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Zouhal y col, 2014; *Int J Sports Physiol Perform* 6-jun) en el que los autores trataron de determinar el efecto del *drafting* sobre el tiempo, respuestas fisiológicas y percepción del esfuerzo (RPE) en la distancia de 3000 m corriendo. Participaron corredores de elite que realizaron 3 sesiones de carrera. En la primera se determinó el VO₂max y la velocidad aeróbica máxima (MAS) en pista con ayuda de un analizador de gases portátil. Las sesiones segunda y tercera se realizaron aleatoriamente con *drafting* en los primeros 2000 m o sin *drafting*. Los resultados mostraron que el tiempo de paso durante la prueba sin *drafting* fue más lento, aunque las respuestas cardiorrespiratorias fueron similares en ambas condiciones. La concentración de lactato al finalizar la prueba fue más elevada en los 3000 m sin *drafting* (16,4 mM vs 13,2 mM). Por último los atletas percibieron como más dura la prueba sin *drafting* (RPE: 16,1 vs 13,1). En conclusión, este estudio sugiere que el *drafting* influyó en el rendimiento en una prueba de 3000 m en pista, aunque ese aumento del rendimiento no pueda ser explicado con claridad por un menor esfuerzo cardiorrespiratorio, por lo que toma también protagonismo el aspecto psicológico.

En la práctica diaria muchos corredores de resistencia aeróbica experimentan cada día la “ayuda” percibida cuando se sitúan “a rueda” de otro corredor, olvidándose de marcar un ritmo determinado, y centrándose únicamente en seguir a la liebre. Tanto en la elite (liebres a ritmo de record del mundo), como en los aficionados (“globos liebre” en maratones populares), el drafting ha demostrado su ayuda (fisiológica y/o psicológica).

Intervención nutricional en maratón

Cada año miles de corredores se enfrentan a la mítica distancia de 42,195 m, algunos (los menos) bien preparados para afrontar la distancia, la mayoría con muchas lagunas en su entrenamiento. Aun cuando ha mejorado enormemente la aplicación de pautas nutricionales adecuadas, son muchos (la mayoría) los corredores que se enfrentan a los 42 K sin estrategias definidas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Hansen y col, 2014; Int J Sport Nutr Exerc Metab 5-jun*) en el que los autores compararon las marcas en una maratón, realizando o no una intervención nutricional y de ayudas ergogénicas. Veintiocho corredores aficionados fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: uno escogió libremente la estrategia nutricional para enfrentarse a la carrera, mientras que en el otro se aplicaron criterios científicos de pautas nutricionales y de ayudas ergogénicas (0,750 l de agua, 60 g maltodextrina y glucosa, 0,06 g de sodio y 0,09 g de cafeína por hora) en forma de agua y geles. La marca del grupo control fue de 3h49m, mientras que la del grupo experimental fue de 3h38m. No hubo diferencias entre grupos acerca de molestias gastrointestinales, que en general fueron leves.

Un estudio más que demuestra la importancia de aplicar criterios científicos en la estrategia nutricional y de ayudas ergogénicas en corredores aficionados de maratón. Es hora, que los corredores inviertan además de en buenas zapatillas, en entrenadores cualificados y en nutricionistas deportivos.

Enjuague de boca con bebida deportiva

En los últimos años estamos asistiendo a propuestas nutricionales en relación al entrenamiento de resistencia aeróbica diferentes al clásico posicionamiento de entrenar con los depósitos de glucógeno lo más llenos posibles. Así, diferentes investigaciones sugieren que entrenar con baja disponibilidad de glucógeno puede inducir adaptaciones en la célula muscular esquelética, como aumento de la actividad enzimática mitocondrial, número y tamaño de las mitocondrias, o mejoras en la oxidación de las grasas. Distintos grupos de investigación recomiendan el concepto de *“entrenar bajo, competir alto”* en referencia al contenido de glucógeno hepático y/o muscular; así, los entrenamientos se realizarían con poca disponibilidad de glucógeno, y antes de la competición se restaurarían las reservas de hidratos de carbono. A día de hoy, este planteamiento no ha demostrado claramente mejoras del rendimiento, por lo que no se debería recomendar extensivamente entre los deportistas de resistencia aeróbica. En cualquier caso, para aquellos que decidan acercarse a esta tendencia y *“probar”*, les recomendaría que en las sesiones de entrenamiento de *“baja disponibilidad de hidratos de carbono”*, consumieran cafeína (3 mg/kg) y se enjuagaran la boca con una bebida para deportistas antes y durante el entrenamiento, con el fin de minimizar la reducción de la intensidad del ejercicio asociada a bajos niveles de glucógeno disponibles. En este sentido se ha demostrado, que la presencia de hidratos de carbono en la cavidad oral (sin necesidad de ingerir) es captada por receptores que provocan respuestas centrales en distintas partes del cerebro que reducen la sensación de fatiga y permiten por tanto una mayor intensidad de esfuerzo.

Proteínas y rendimiento en ciclismo

Estudios previos han sugerido que añadir proteínas a las soluciones con hidratos de carbono puede mejorar el rendimiento en resistencia aeróbica. Este efecto puede estar relacionado con la mayor ingesta calórica al añadir proteínas o aminoácidos. Por otra parte, no se conoce bien el posible impacto sobre el metabolismo de la suplementación con L-alanina. En este sentido, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Schroer y col, 2014; *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 17-jun) en el que los autores investigaron los efectos de la suplementación con proteína de suero y L-alanina sobre el rendimiento en ciclismo. Los ciclistas participantes en el estudio realizaron 120 min a carga constante (55% Wpico) seguido de una contrarreloj simulada de 30 k, en condiciones control (CON), suplementación con proteínas (PRO) o L-alanina (ALA). Los resultados mostraron una tendencia de PRO y ALA, de afectación negativa del rendimiento. La frecuencia cardiaca fue menor en el grupo ALA respecto a CON en el test de carga constante, mientras que los valores de IL-6 se atenuaron en el grupo PRO en comparación con CON. Adicionalmente, los niveles de glucosa en sangre fueron menores en PRO respecto a CON, en el test de carga constante. Los resultados de este estudio sugieren que la ingesta de proteínas (sin hidratos de carbono) o L-alanina no mejoran el rendimiento en ciclismo e incluso lo pueden empeorar.

Sería un grave error, bajo mi punto de vista, no reponer el glucógeno metabolizado durante el ejercicio de resistencia aeróbica con suplementos de hidratos de carbono, y en su lugar aportar únicamente proteínas durante el esfuerzo. Así que, cuidado con algunas tendencias nutricionales actuales que buscan el impacto mediático entre los deportistas, porque les pueden llevar al fracaso deportivo con mucha facilidad.

Maratón y ultramaratón: agresiones al organismo

Nadie puede defender que correr 42 k ó incluso 100 k sea saludable. Es sin duda una agresión al organismo, quizás no tanto para los sistemas funcionales vitales (cardiocirculatorio, pulmonar), pero si especialmente con el sistema osteomuscular. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Kao y col, 2014; Clin J Sport Med 19-jun*) cuyo objetivo fue evaluar la prevalencia de lesión aguda renal en corredores de 100 k. Los resultados mostraron que el 85% (22 de 26 corredores) fueron diagnosticados con lesión aguda renal después de la carrera, con un 12% de ellos sangrando por la orina. Los corredores afectados recuperaron la función renal 24 h después de finalizar la carrera. Este estudio, como muchos otros antes, evidencian la afectación temporal de sistemas funcionales del organismo como consecuencia de correr 42 k ó 100 k. El hecho de que la función se recupere post-ejercicio en un plazo relativamente corto no significa que esa alteración sea inocua para la salud. A día de hoy no sabemos el alcance a largo plazo que para la función de órganos y sistemas tendrán estas agresiones puntuales pero en muchos casos continuadas. Lo que si sabemos es que transitoriamente muchos de nuestros sistemas funcionales acusan significativamente el esfuerzo realizado en estas pruebas de resistencia aeróbica.

Que nadie me interprete mal, no estoy arremetiendo contra las carreras de maratón y ultramaratón, solo estoy reflejando una realidad, y si alguien prefiere mirar hacia otro lado está en su derecho, como también lo está un sujeto de 55 años que no se hace una colonoscopia preventiva. Yo en particular, miro de frente el problema, y decido seguir corriendo larga distancia porque pienso que los beneficios son mayores que los perjuicios, pero los que nos dedicamos a cuidar de la salud de las personas hemos de dar toda la información disponible.

Predicción de marca en media maratón

Como todos sabemos, las variables que determinan principalmente el rendimiento en carreras de larga distancia son: el VO₂max, el umbral láctico y la economía de carrera. Jugando con esas variables se pueden ajustar muy bien ecuaciones de predicción de marcas para corredores y corredoras aficionados. No obstante, también se puede predecir la marca utilizando variables no fisiológicas y más sencillas de obtener, aunque evidentemente ello restará exactitud en la predicción. En este sentido, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Knechtle y col, 2014; Springerplus 16-may*) en el que los autores utilizaron como variables el % de grasa corporal y la velocidad media en los entrenamientos, con el fin de predecir la marca en media maratón de hombres y mujeres aficionados. Participaron 147 hombres y 83 mujeres. Para hombres la ecuación que mejor predijo la marca en la media maratón ($r= 0,71, p<0,0001$) fue: marca (min): $141,7 + 1,158 \times \%grasa - 5,223 \times \text{velocidad media de entrenamiento (km/h)}$. Para mujeres la ecuación que mejor predijo la marca en la media maratón ($r= 0,89, p<0,0001$) fue: marca (min): $168,7 + 1,077 \times \%grasa - 7,556 \times \text{velocidad media de entrenamiento (km/h)}$.

Independientemente de la mayor o menor utilidad de estas ecuaciones de predicción, los mensajes que lanza este estudio son, por un lado, cuidar el contenido de grasa del cuerpo (se ven muchos corredores/as con elevados %grasa corporal), y por otro adecuar la velocidad de entrenamiento a los objetivos reales (con mucha frecuencia la velocidad de entrenamiento excede lo más eficaz).

Proteínas post-ejercicio: también en resistencia aeróbica

La ingesta de proteínas como suplementación (25-30 g proteína *whey*) al finalizar el entrenamiento de fuerza está muy extendida entre los usuarios de los centros de fitness. Sin embargo, es mucho menos frecuente esta suplementación proteica entre los deportistas de resistencia aeróbica como medio de optimizar la recuperación. Aunque los estudios científicos no avalan unánimemente las ventajas de añadir proteínas a los hidratos de carbono para mejorar la recuperación de los niveles de glucógeno, en mi opinión hay suficiente evidencia como para recomendar la ingesta de proteínas (20-25 g) junto con hidratos de carbono en el periodo de recuperación de las sesiones de entrenamiento, especialmente las de larga duración. Además de mejorar hipotéticamente la restauración del glucógeno metabolizado, la ingesta de proteínas post-ejercicio puede también aumentar el anabolismo proteico después de entrenamientos prolongados de resistencia aeróbica, habiéndose descrito una disminución de los marcadores de daño muscular (ej, CPK). Así pues, y a la espera de más investigaciones, recomendamos la suplementación de proteínas (20-25 g) de alta calidad después de los entrenamientos de resistencia aeróbica prolongados y/o de alta intensidad como estrategia para alcanzar una mejor recuperación.

Ultramaratón y alteraciones hormonales

Comentamos hace unos días el impacto de las pruebas de larga distancia sobre la función renal, hoy lo hacemos en relación a la respuesta endocrina. En este sentido, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Kupchak y col, 2014; Wilderness Environ Med 12-jun*) en el que los investigadores valoraron la respuesta hormonal en hombres que participaron en una prueba de ultrafondo de 161 k. Los resultados mostraron como después de la carrera hubo un descenso en los niveles de testosterona, LH y hormonas sexuales unidas a albúmina (SHBG), mientras que los niveles de cortisol en sangre aumentaron. Estas modificaciones persistieron 24 h post-ejercicio. Por otra parte, disminuyó la relación testosterona:cortisol (un índice anabólico) durante las 24 h posteriores al ultramaratón. En resumen, una carrera de ultrafondo de 161 k provocó una significativa supresión del eje hipotálamo-hipófisis-testicular, además de severo daño muscular, durante al menos las 24 h posteriores al ejercicio.

Aunque las alteraciones endocrinas son transitorias, no se conoce con exactitud las posibles consecuencias negativas que estas modificaciones puntuales pueden tener para la salud del deportista.

Dieta cetogénica y rendimiento en ciclistas de montaña

Uno de los temas más actuales en el ámbito de la fisiología del ejercicio y el rendimiento se refiere a los efectos metabólicos y sobre el rendimiento de la restricción de hidratos de carbono en las actividades de resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Zajac y col, 2014; *Nutrients* 6: 2493-2508) cuyo objetivo fue determinar los efectos a largo plazo de una dieta cetogénica rica en ácidos grasos poli-insaturados sobre el rendimiento aeróbico y el metabolismo en el ejercicio en ciclistas de montaña. Participaron ciclistas de al menos 5 años de experiencia en competición, quienes realizaron distintos test fisiológicos comparando una dieta mixta con una cetogénica. Los resultados mostraron cambios significativos en la composición corporal (menor %grasa corpora), masa corporal, así como de los perfiles lipídicos. La dieta cetogénica aumentó los valores de $VO_2\text{max}$ y VO_2 en el umbral láctico asociados a las reducciones del peso corporal y %grasa, y a la necesidad de un mayor consumo de oxígeno para el mismo rendimiento energético en comparación con la dieta mixta. La potencia máxima (W_{max}) y la carga de trabajo (W) asociada al umbral láctico fueron mayores con la dieta mixta.

Los diseños de investigación en relación a la influencia de las dietas cetogénicas sobre el rendimiento pueden ser muy variados y no todos dejan ver claramente la verdadera influencia sobre el rendimiento, algo que solo puede valorarse de manera fiable en la propia competición. Los resultados de este estudio muestran, como cabía esperar, una mayor carga de trabajo máxima y asociada al umbral láctico en presencia de hidratos de carbono, variables asociadas al rendimiento en resistencia aeróbica. Es posible, y solo es posible, que la utilización de dietas cetogénicas tengan su utilidad asociadas a diferentes fases del entrenamiento, pero lo que es muy complicado que cambie es la necesidad de competir con altas reservas de hidratos de carbono.

Suplementación con nitrato y rendimiento

La suplementación con nitrato se ha propuesto como ayuda ergogénica en el ámbito del deporte de resistencia aeróbica. El nitrato es un compuesto que contiene nitrógeno y oxígeno y que se aporta con la alimentación. Las verduras contienen nitratos, y en concreto el jugo de remolacha se utiliza como fuente de nitrato. El nitrato se transforma en nitrito en la cavidad oral después de la ingesta, convirtiéndolo en óxido nítrico (NO) el medio ácido del estómago. Entre las funciones del NO en el organismo destacan la relajación del tono de los vasos sanguíneos (vasodilatación) y el descenso de la agregación plaquetaria. Previamente se han publicado investigaciones que han sugerido una mejora del rendimiento con el aporte de nitratos en deportistas aficionados de resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Hoon y col, 2014; *Appl Physiol Nutr Metab* 5:1-7) en el que los autores valoraron la eficacia como ayuda ergogénica de la ingesta de nitratos pero en ciclistas de nivel nacional, que realizaron 2 contrarreloj simuladas de 2 h de duración. Los resultados mostraron que la ingesta de jugo de remolacha no mejoró el rendimiento. Resultados similares observaron otros investigadores (Glaiser y col, 2014; *J Strength Cond Res* 24-jun) evaluando también los efectos ergogénicos del nitrato en ciclistas que realizaron un tets de 20 K. Estos resultados sugieren que la suplementación con nitratos no parece una ayuda ergogénica de eficacia demostrada en resistencia aeróbica.

33 Ironman en 33 días consecutivos

Finalizar un *Ironman* ya es una hazaña fisiológica, hacer 33 *Ironman* consecutivos no se muy bien como catalogarlo desde un punto de vista médico. El caso es que se acaban de publicar (Knechtle y col, 2014; Springerplus 3:269) los resultados del seguimiento de un atleta que completó por primera vez en la historia 33 *Ironman* en 33 días consecutivos. El triatleta completó los 7458 k (125 k natación, 5940 k ciclismo, 1393 k corriendo) en un total de 410 h, con tiempo medio por *Ironman* de 12 h 27 min. Durante los 33 días el triatleta fue enlenteciendo sus tiempos en natación y en las dos transiciones, pero mantuvo los ritmos de ciclismo, carrera y tiempo total. El peso corporal disminuyó (de 83 k a 80,5 k), mientras que las concentraciones de sodio plasmático se mantuvieron en los valores de referencia. Los niveles de creatín-quinasa (CK), glucosa sanguínea y enzimas hepáticas solo se elevaron mínimamente en relación a los valores de referencia.

No se, por mucho que los ritmos a los que realizó los Ironman fueran de baja/moderada intensidad, y aunque las variables bioquímicas mostradas se mantuvieran estabilizadas, si esto puede tener o no consecuencias para la salud de este atleta para el futuro, no lo sabremos, esa información no nos llegará.

Control del déficit de hierro por la masa de hemoglobina

El metabolismo del hierro, y en concreto el déficit de hierro, es muy frecuente entre los deportistas de resistencia aeróbica, especialmente entre las mujeres. La utilización de la concentración de hemoglobina para diagnosticar un déficit de hierro no es muy práctico, ya que se encuentra muy influenciada por las variaciones del volumen plasmático. Por su parte, la masa de hemoglobina (Hbmass) no está afectada por el volumen plasmático y es una variable más sensible para el diagnóstico y seguimiento de una suplementación con hierro en atletas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Wachsmuth y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 27-jun*) en el que los autores valoraron el seguimiento de la Hbmass, los almacenes de hierro y el VO₂max, durante y después de terapia oral con hierro en sujetos con moderado o severo déficit de hierro. Tres grupos de atletas mujeres fueron monitorizadas durante 22 semanas, un grupo tenía déficit severo de hierro (ferritina < 12 ng/ml); otro, un déficit moderado (ferritina <25 ng/ml), y un tercero fue grupo control (ferritina > 25 ng/ml). La Hbmass y el estado de hierro fue determinado antes, durante y después de 12 semanas, después de recibir tratamiento con hierro oral al menos durante 10 semanas. Los resultados mostraron que la Hbmass aumentó marcadamente en el grupo de déficit severo, y ligeramente en el de déficit moderado al final del periodo de suplementación, permaneciendo estables las restantes 12 semanas. La concentración de Hb y la Hbmass fueron afectadas de manera similar, pero la Hbmass se correlacionó mejor con el Volumen Corpuscular Medio y la Hemoglobina Corpuscular Media. El VO₂max solo aumentó en el grupo de déficit severo, con una alta correlación con Hbmass.

Este estudio muestra la sensibilidad de la Hbmass para el seguimiento de los déficit de hierro y la efectividad de la suplementación, por lo que debería incluirse de manera rutinaria en los perfiles de análisis de sangre de control en los deportistas, especialmente en los de resistencia aeróbica.

Ciclismo y calidad del semen

Diferentes estudios previos han mostrado que el entrenamiento de ciclismo puede afectar a la composición del líquido seminal y a la movilidad de los espermatozoides. Recientemente se han publicado los resultados de un nuevo estudio (*Hajizadeh y col, 2014; Clin J Sport Med 20-jun*) en el que los investigadores examinaron los efectos del entrenamiento de ciclismo a largo plazo sobre las citoquinas seminales y parámetros del semen en ciclistas de ruta (edad: 23,1 años). Todos los participantes realizaron un entrenamiento de ciclismo de 16 semanas, obteniendo muestras de semen al inicio, en la semana 8, al finalizar la semana 16, y 7 y 30 días después de finalizado el periodo de entrenamiento. Los resultados mostraron aumentos significativos de citoquinas en semen (IL-1 β , IL-6, IL-8, FNT- α) al finalizar el periodo de entrenamiento, permaneciendo elevado a los 30 días de finalizar dicho periodo. El volumen de semen, la movilidad de los espermatozoides, la concentración de esperma y el número de espermatozoides disminuyeron con el entrenamiento, permaneciendo en bajos niveles a los 30 días del cese de entrenamiento en la mayoría de las variables.

En la misma línea que investigaciones previas este estudio muestra como el entrenamiento de ciclismo parece afectar a la calidad del semen y con ello probablemente a la fertilidad. Si estas modificaciones pueden afectar a la salud del ciclista a largo plazo no se sabe en la actualidad.

Entrenamiento y consumo de lactato en cerebro

La capacidad del cerebro de metabolizar sustratos diferentes a la glucosa es muy potente, especialmente bajo condiciones de hipoglucemia. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Ayeseh y col, 2014; *Mol Cell Endocrinol* 5-jul) en el que los autores hipotetizaron que el entrenamiento mejoraría la capacidad del cerebro para utilizar lactato, por medio de la regulación de los transportadores de lactato al cerebro (MCTs), en condiciones de hipoglucemia. Los investigadores utilizaron ratas diabéticas, y observaron que en las ratas sometidas a entrenamiento aumentaron los transportadores de lactato en corteza cerebral e hipocampo, mientras que no hubo cambios en las ratas sedentarias. Ambos grupos aumentaron el consumo de lactato cerebral durante la hipoglucemia inducida.

Aunque este estudio se realizó en animales, podemos especular que durante el ejercicio en ayunas en el que los niveles de glucemia pueden disminuir, es posible que se potencia la utilización metabólica del lactato por parte del cerebro para satisfacer sus necesidades fisiológicas. La aplicación práctica de estos hallazgos no está clara en relación al entrenamiento deportivo, ni tampoco como protección del sistema nervioso central en condiciones de hipoglucemia.

Carrera y riesgo de lesiones en obesos

Muchas personas con sobrepeso importante e incluso padeciendo obesidad eligen la carrera como actividad física de base para iniciar una actividad deportiva. En principio parece evidente que el riesgo de lesiones puede ser mayor en este perfil de sujetos pero hasta la fecha pocos estudios han evaluado ese riesgo. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Nielsen y col, 2014; *Int J Sports Phys Ther* 9: 338-45) en el que los autores investigaron si el riesgo de lesión varía entre obesos y no obesos en el inicio de un programa de carrera en diferentes distancias de entrenamiento. En el estudio participaron 749 sujetos que fueron divididos en función de su IMC (<30 y > 30) y de la distancia recorrida después de la primera semana (<3 k; 3-6 K; >6 k). Se recogieron datos de las tres primeras semanas de entrenamiento. Los resultados mostraron un total de 56 corredores con lesiones asociadas a la carrera, observando que fueron los sujetos con mayor IMC y que corrían más distancia los que más se lesionaban. En resumen, los sujetos obesos tienen más riesgo de lesionarse debido a la carrera, especialmente si exceden los 3 k durante la primera semana de entrenamiento.

En mi opinión, no es la carrera, ni siquiera el trote, la actividad idónea para que una persona obesa se inicie en la práctica deportiva. A pesar de las muchas evidencias en contra, son muchos los pacientes obesos que seleccionan esta modalidad de ejercicio como base de su programa de entrenamiento. Los expertos en ejercicio deben convencer a estos pacientes a utilizar otras alternativas menos lesivas y más favorables en su realización.

Volumen plasmático y entrenamiento en altitud

El volumen plasmático suele disminuir al exponer al organismo a altitud, provocando hemoconcentración (aumento hematocrito), mientras que el ejercicio de alta intensidad tiende a aumentarlo (descenso del hematocrito). Las carreras ciclistas de montaña combinan ambos estímulos, no conociendo bien que estímulo puede llegar a predominar respecto a las variaciones del volumen plasmático. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Garvican-Lewis y col, 2014; J Appl Physiol 3-jul*) en el que los autores valoraron los niveles de masa de hemoglobina (Hbmass), concentración de hemoglobina (Hb) y % de reticulocitos (%Ret) durante una prueba ciclista de 14 días desarrollada entre los 1146 y los 4120 m por residentes en altura (ALT) y residentes a nivel del mar (SL), así como una estancia simulada a nivel del mar. Los resultados mostraron como la Hb disminuyó en todos los grupos a partir del tercer día de carrera. El %Ret aumentó significativamente solo en el grupo SL al sexto día de carrera, aunque al final de la misma normalizó los valores. La Hbmass aumentó en SL al final de los 14 días de carrera, siendo menor al final de la carrera que a mitad de la misma. El volumen plasmático aumentó en todos los grupos. En resumen, 14 días de ejercicio de ciclismo en altitud induce hemodilución de similar magnitud que la provocada a nivel del mar, a pesar de un aumento de la Hbmass.

El hematocrito (% del volumen total de sangre compuesta por globulos rojos) desciende con el entrenamiento de resistencia aeróbica de manera fisiológica, de tal forma que maratonianos, ciclistas o triatletas muestran valores cercanos al 40%. La finalidad de tal adaptación es lograr una sangre más fluida (menos viscosa) y con ello facilitar el trabajo cardiocirculatorio (limitante del rendimiento) para hacer llegar más sangre y oxígeno a los músculos activos.

Medias de compresión y entrenamiento de fuerza

La mayoría de los estudios sobre la posible eficacia de las medias de compresión se han realizado en relación al entrenamiento/rendimiento aeróbico, siendo escasos los estudios en torno al entrenamiento/rendimiento de la fuerza. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Goto y Morishima, 2014; Med Sci Sports Exerc 7-jul*) en el que los autores investigaron los efectos de las medias de compresión sobre cambios en variables relacionadas con la fuerza después de un entrenamiento. Los sujetos realizaron un entrenamiento de fuerza (3-5 series de 10 repeticiones al 70% 1RM en nueve ejercicios) en dos ocasiones: medias de compresión y sin ellas durante 24 h post-entrenamiento. Se compararon entre sesiones la recuperación de la fuerza muscular, variables sanguíneas, dolor muscular y circunferencia de brazos y piernas. Los resultados mostraron que las medias de compresión facilitaron la recuperación más rápida de la fuerza muscular para el press de banca y extensión de rodilla. La presencia de las medias de compresión se asoció además a menor dolor muscular tardó y sensación de fatiga a la mañana siguiente del entrenamiento. Las circunferencias de brazos y piernas fueron mayores en el grupo control durante la recuperación. Distintas variables fisiológicas (lactato, IGF-1, testosterona libre, mioglobina, CPK, IL-6, IL-1) fueron similares en ambos grupos 24 h después del entrenamiento. En resumen, las medias de compresión parecen facilitar la recuperación de la fuerza muscular

Frente a la ausencia objetiva de efectividad de las medias de compresión en actividades de resistencia aeróbica, al menos por el momento, este estudio abre la puerta de su posible eficacia en modalidades de ejercicio diferentes.

Postura del tronco al correr y demanda energética

Es cierto que cada corredor tiene su estilo y una posición de carrera característica, pero también es verdad que esa postura puede ser modificada hacia otra más eficiente si es necesario. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Teng y Powers, 2014; Med Sci Sports Exerc 7-jul*) en el que los autores examinaron la influencia de la postura del tronco en el plano sagital (inclinación) sobre la energética de las extremidades inferiores durante la carrera. Cuarenta corredores (20 mujeres y 20 hombres) corrieron a una velocidad de 10,8 km/h, examinando durante la fase de apoyo la postura del tronco y la energética de extremidades inferiores. Los sujetos fueron divididos en dos grupos en dependencia a la postura: flexión de tronco elevada (HF, 10,8°) y flexión de tronco baja (LF, 3,6°). Al comparar los grupos, el HF demostró generar más energía en los extensores de la cadera, y menor absorción y generación de energía en extensores de la rodilla. No hubo diferencias en los flexores plantares del tobillo. Los autores sugieren que la flexión del tronco al correr tiene una influencia significativa sobre la energética de cadera y rodilla durante la carrera. Incrementar la inclinación del tronco hacia delante durante la carrera puede ser utilizado como estrategia para reducir la carga sobre la rodilla sin incrementar la demanda biomecánica de los flexores plantares del tobillo.

Los entrenadores saben muy bien la importancia de la postura en la bioenergética de la carrera, pero este aspecto no es muy considerado entre los corredores aficionados. La fatiga es otro elemento que hace modificar la postura, generalmente inclinando el tronco hacia adelante y acortando la zancada; en contraste, cuando el corredor se ve fuerte tiende a erguirse, comportamiento biomecánico que todo corredor aficionado experimenta con frecuencia.

Barefoot y economía de carrera

Continúan publicándose artículos referentes a *barefoot running*, y es que los grupos de investigación tratan de exprimir al máximo las posibilidades que ofrece en relación a planteamientos de estudio. Algunas investigaciones han mostrado previamente que barefoot puede mejorar la economía de carrera (RE) a bajas velocidades, pero no se han realizado apenas investigaciones sobre su posible influencia a altas velocidades, más cercanas a las de la competición. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Reeves y col, 2014; *J Sports Med Phys Fitness* 7-jul) en el que los autores valoraron la influencia de *barefoot* sobre la velocidad en $VO_2\text{max}$ ($vVO_2\text{max}$) y la velocidad pico en una prueba de esfuerzo ($v\text{max}$). Los sujetos del estudio realizaron periodos de carrera de 4 min a velocidades correspondientes al 67, 75, 84 y 91% $VO_2\text{max}$, separados por 1 min de reposo. Después del último periodo de ejercicio la velocidad se incrementó progresivamente hasta llegar a la fatiga. Los resultados mostraron que la RE mejoró un 4,4% con *barefoot*, y esta mejora se relacionó con el menor peso (400 g) de las zapatillas *barefoot*. Tanto la $vVO_2\text{max}$ (4,5%) como la $v\text{max}$ (3,9%) mejoraron, pero el $VO_2\text{max}$ no cambió.

Bajo mi punto de vista esta investigación no aporta datos muy relevantes respecto a la conveniencia o no de decidirse por calzar barefoot. Los mismos autores justifican las mejoras observadas en el menor peso de las barefoot, lo que aleja la posible influencia puramente biomecánica. En cualquier caso, la única visión certera que tendremos respecto a las barefoot, será cuando un grupo de corredores las utilice durante 10 semanas realizando 80 k semanales participando en diferentes competiciones y comparando rendimiento y lesiones. Encontrar ese grupo que quiera hipotecar su temporada en un estudio como este es lo realmente difícil, así que lo máximo que veremos será a corredores paseando por centros comerciales orgullosos con sus barefoot.

Salto y densidad mineral ósea

Los ejercicios que implican saltos han mostrado su eficacia para favorecer el crecimiento óseo en la pubertad, pero no se conocen bien sus efectos sobre la densidad mineral ósea (BMD) en adultos. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (Zhao y col, 2014; *Sports Med 1-jul*) en el que los autores evaluaron la evidencia de la influencia de los ejercicios con saltos sobre la BMD en mujeres pre-menopáusicas. Los resultados mostraron que los saltos aumentaron significativamente la BMD en el cuello femoral y trocánter, con menores beneficios en columna lumbar.

Este estudio aporta suficiente evidencia de la efectividad de los ejercicios que incluyen saltos como para incluirlos en los protocolos de ejercicio destinados a todas las mujeres, con el fin de preservar el contenido mineral óseo. Posibles limitaciones o contraindicaciones en la aplicación de este tipo de ejercicios deben ser valoradas antes por un médico especialista. Por otra parte, los profesores de educación física deberían incluir sistemáticamente el salto a la comba como un ejercicio base e imprescindible en las niñas dada su gran eficacia en aumentar la masa ósea.

Vídeos eróticos y rendimiento

Las ayudas ergogénicas incluyen aquellas sustancias o técnicas especiales, fuera del régimen normal de alimentación y entrenamiento, que incrementan el rendimiento. La música, por ejemplo, ha sido y es utilizada con frecuencia por deportistas para mejorar su rendimiento. En un estudio relativamente reciente, se publicaron los resultados de un estudio (Cook y Crewther, 2012; *Horm Behav* 61: 17-22, 2012) cuyo objetivo fue comprobar los efectos de diferentes modalidades de video clips (eróticos, agresivos, sádicos, de humor, ...) sobre los niveles de testosterona y cortisol en saliva, y el rendimiento subsecuente en *squat*, en atletas varones entrenados. Las muestras se obtuvieron antes y 15 min después de visualizar los distintos video clips, que tuvieron una duración media de 4 min. Los resultados mostraron que la visualización de videos eróticos, de humor, de entrenamiento o agresivos aumentaron significativamente las concentraciones salivares de testosterona. Por otra parte el rendimiento en *squat* (3 RM) mejoró después de visualizar video clips eróticos, agresivos o de entrenamiento. Se observó una cerrada correlación entre la elevación de testosterona en saliva y el rendimiento en *squat*.

A falta de confirmación de hallazgos similares en mujeres, quizás haya que “ambientar” los recintos deportivos con video clips “motivantes” para los deportistas, o que éstos cambien sus auriculares con música por smartphones con videos eróticos, y es que las vertientes de las ayudas ergogénicas son infinitas.

La estimulación eléctrica mejor que las medias de compresión?

La estimulación eléctrica neuromuscular (NMES) es una técnica fisioterápica utilizada desde siempre en muchas patologías. En el ámbito del deporte su utilización ha estado un tanto enmascarada por la mucha publicidad engañosa que se generó en torno a esta técnica (perder grasa, ganar músculo), pero se ha estado aplicando y se aplica con buenos resultados. Una nueva técnica de NMES vía nervio peroneo ha mostrado que es capaz de aumentar el flujo de sangre a las piernas lo que podría mejorar la recuperación post-ejercicio. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Ferguson y col, 2014; Eur J Appl Physiol 11-jul*) en el que los autores examinaron los efectos de la NMES en comparación con medias de compresión, sobre dolor muscular, fuerza y marcadores de daño muscular e inflamación después de un ejercicio intermitente de alta intensidad. Los sujetos realizaron aleatoriamente la misma sesión de entrenamiento en tres ocasiones: recuperación pasiva (CON), medias de compresión (GCS) y NMES. Además de las sensaciones subjetivas, se midieron fuerza isométrica máxima de extensores y flexores de la pierna, además de obtener una muestra de sangre, antes y 1, 24, 48 y 72 h después del ejercicio (90 min de intervalos de alta intensidad). Los resultados mostraron que el dolor muscular tardío apareció en todas las circunstancias, siendo a las 24 h menor en la condición NMES respecto a CON y GCS. A las 48 h, el dolor muscular fue menor en NMES que en CON. No hubo diferencias entre tratamientos con el resto de variables evaluadas (fuerza, CH, LDH, IL-6, PCR). Los resultados sugieren que la NMES es superior a las medias de compresión en la reducción del dolor muscular tardío.

Precisamente es en la recuperación post-ejercicio donde las medias de compresión suelen mostrar más eficacia. Los resultados de esta investigación tampoco son, desde mi punto de vista, tan concluyentes como para elegir la NMES frente a las medias de compresión, especialmente por la mayor complejidad de aplicación correcta de la primera.

Fatiga muscular respiratorio en corredores de ultra-trail

No hay muchas dudas de la eficacia del entrenamiento específico de los músculos respiratorios en relación al rendimiento en actividades de resistencia aeróbica. Sin embargo, su aplicación real es muy limitada entre corredores aficionados. La fatiga de los músculos respiratorios está ampliamente descrita en corredores, y esa fatiga contribuye a la instauración de la fatiga de los músculos respiratorios. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Wüthrich y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 16-jul*) en el que los autores investigaron la fatiga muscular respiratoria en corredores de ultra-trail. Corredores experimentados participaron en este estudio, valorando antes y después de una prueba de 110 k con 5862 m de desnivel positivo, la fuerza de los músculos respiratorios y la función muscular respiratoria. Los resultados mostraron un descenso de la fuerza muscular inspiratoria y espiratoria después de la carrera, confirmando que este tipo de pruebas se asocia a fatiga muscular respiratoria.

Sigo sin entender las razones que llevan a los deportistas de resistencia aeróbica a no incorporar en sus programas de entrenamiento el entrenamiento específico de sus músculos respiratorios. Y es que, las evidencias científicas de su eficacia son tan altas que justifican plenamente su aplicación sistemática.

Proteínas post-ejercicio en corredores

Lo habitual es consumir proteínas después de la realización de entrenamientos de fuerza, pero no ocurre lo mismo con los deportistas de resistencia aeróbica que normalmente basan su recuperación en la ingesta de hidratos de carbono. Sin embargo, desde hace tiempo existen suficientes evidencias científicas para considerar que la suplementación con proteínas post-ejercicio aeróbico está más que justificada. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Hansen y col, 2014; Int J Sport Nutr Exerc Metab 14-jul*) en el que los investigadores valoraron los efectos de la proteína de suero ingerida antes y después de sesiones de carrera de orientación sobre el rendimiento y la recuperación en atletas de elite. La mitad de los corredores ingirieron una bebida con proteínas (0,3 g/kg) antes del ejercicio y una bebida con proteínas + hidratos de carbono (1 g/kg) después del ejercicio (PRO-CHO). La otra mitad de corredores ingirieron solo hidratos de carbono del mismo contenido calórico (CHO). Realizaron un test de 4 k antes y después de la intervención (1 semana), y durante la semana que duró el periodo de entrenamiento fueron monitorizadas diferentes variables bioquímicas. Los resultados mostraron que solo el grupo PRO-CHO mejoró el rendimiento en el test de 4 k en el periodo de intervención. Los niveles de CPK (marcador de daño muscular) fueron mayores en el grupo CHO. Por último, el descenso subjetivo de capacidad de rendimiento durante la semana fue mayor en el grupo CHO. Los resultados sugieren que la suplementación con proteínas facilita la recuperación del entrenamiento intenso en corredores de orientación.

En mi opinión, debería ser tan habitual ver a un corredor ingiriendo proteínas después de entrenamientos intensos y de larga duración, como lo es observar a los deportistas que entrenan fuerza.

Entrenamiento concurrente: respuestas hormonales

Ya hemos abordado con anterioridad este tema, existiendo un amplio consenso de que el entrenamiento de resistencia aeróbica debe preceder al de fuerza en la mayoría de los objetivos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Rosa y col, 2014; J Strength Cond Res 15-jul*) en el que compararon los efectos agudos de dos diferentes protocolos de entrenamiento concurrente sobre las respuestas hormonales en hombres entrenados. Los sujetos fueron distribuidos en dos grupos: entrenamiento aeróbico seguido de fuerza (ES), y entrenamiento de fuerza seguido de aeróbico (SE). Se valoraron concentraciones séricas de testosterona, cortisol, hormona de crecimiento y IGFBP3, antes y después de cada protocolo. Las concentraciones de testosterona y IGFBP3 aumentaron en el grupo ES después de la sesión de entrenamiento, pero no en el grupo SE. Los valores de cortisol y hormona de crecimiento aumentaron en los dos grupos. Los autores sugieren que el orden “entrenamiento aeróbico – fuerza” debería ser recomendado si el objetivo del entrenamiento es inducir un ambiente anabólico post-ejercicio.

Ahora debemos precisar la intensidad y duración del ejercicio aeróbico más adecuada para obtener los máximos beneficios en el entrenamiento concurrente. Este tema no tiene una única respuesta, ya que los objetivos finales de la sesión de entrenamiento pueden ser muy diferentes, pero si lo que pretendemos es crear un “ambiente anabólico teórico” (de esto habría que hablar con calma), entonces el entrenamiento interválico de alta intensidad debería ser el protagonista.

Entrenamiento interválico en pacientes coronarios

Si en un grupo de pacientes ha estado indicado históricamente el entrenamiento continuo de baja/moderada intensidad, este ha sido en los pacientes coronarios. Sin embargo, desde hace unos años el entrenamiento interválico de “alta intensidad” también se está prescribiendo en estos pacientes. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Gaeini y col, 2014; *J Sports Med Phys Fitness* 7-jul) cuyo objetivo fue examinar los efectos de un entrenamiento interválico (AI) vs continuo (AC) en un grupo de pacientes coronarios después de cirugía de bypass. El entrenamiento continuo consistió en 30-60 min al 70-85% FCpico, mientras que el AI consistió en 3 intervalos de 9-15 min al 75-90% FCpico. Los dos grupos entrenaron 3 días/semana durante 8 semanas. Los resultados mostraron que en los dos grupos se redujo el valor del Doble Producto (un índice indirecto del consumo miocárdico en pacientes coronarios y que se calcula multiplicando la frecuencia cardiaca por el valor de la presión arterial sistólica) tanto en reposo, como durante el ejercicio de intensidad submáxima y máxima. Hubo una tendencia a observar menores valores de doble producto en los pacientes que entrenaron con intervalos.

Aunque el protocolo de entrenamiento interválico aplicado en pacientes en este y otros estudios difiere del concepto “deportivo”, la base fisiológica del mismo es similar. Si estructurar un programa de entrenamiento interválico es complicado en personas sanas, lo es mucho más en pacientes, especialmente en los de patología cardiaca. Los fisiólogos clínicos del ejercicio se ocupan de diseñar estos programas asistiendo a cardiólogos y otros especialistas médicos.

Press banca vs fondos: similares ganancias de fuerza

Para medir la intensidad de la contracción muscular se puede utilizar el registro electromiográfico (EMG) que refleja el número de unidades motoras (fibras musculares) activadas en el movimiento. Existe un cierto consenso en considerar que ejercicios de equivalente resistencia con similares altos niveles EMG producen a largo plazo parecidas ganancias de fuerza. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Calatayud y col, 2014; *J Strength Cond Res* 30-jun) en el que los autores evaluaron los niveles EMG durante un 6RM de press de banca y un ejercicio de fondos (push-up), realizando a continuación un entrenamiento durante 5 semanas, distribuyendo aleatoriamente a los sujetos en tres grupos: grupo press de banca (6RM press), grupo fondos con banda elástica (6RM banda) y un grupo control. Durante el entrenamiento se utilizaron las mismas cargas que las utilizadas para valorar el EMG inicialmente. Los resultados mostraron que antes de iniciar el entrenamiento, la amplitud EMG fue similar en ambos tipos de ejercicio. Después del entrenamiento las ganancias de fuerza fueron similares en 1RM y 6RM (rango +13-22%). Los autores sugieren que cuando los valores EMG son similares ejercicios similares pueden resultar parecidas ganancias de fuerza.

Los resultados de este y otros estudios nos muestran claramente que la fuerza es una cualidad que se puede mejorar a partir de diferentes planteamientos de entrenamiento, y que cada una de ellos tiene sus ventajas e inconvenientes. Así, uno puede sentir la diferencia entre “entrenar pesas convencionales” aún con mucha carga, y realizar una clase bien orientada de body pump con pequeña resistencia. Los licenciados y graduados en ciencias del deporte tienen mucho que enseñarnos en este sentido para que no nos estaquemos en una sola modalidad de entrenamiento de fuerza.

Electroestimulación durante pedaleo en bicicleta

La electromioestimulación está de moda en el ámbito fisiológico como ya hemos comentado con anterioridad. Sus efectos fisiológicos, alejados de los inicialmente objetivos estéticos, ganan fuerza tanto en el ámbito del deporte como de la salud. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Wahl y col, 2014; Eur J Appl Physiol 25-jul*) en el que los autores evaluaron los efectos de la electroestimulación superimpuesta durante ciclismo sobre las respuestas hormonales y metabólicas. Los sujetos realizaron pedaleo en un cicloergómetro en dos condiciones: 1) normal (C); y 2) con electroestimulación superimpuesta (C+E). Otro grupo recibió electroestimulación sin pedaleo durante el mismo tiempo. Los resultados mostraron que la condición C+E causó un mayor aumento del cortisol y GH que las otras condiciones. El estrés metabólico fue mayor durante C+E, seguido de C y de E. Los autores sugieren que la electroestimulación superimpuesta puede ser una adecuada metodología para intensificar el entrenamiento de resistencia aeróbica, incluso cuando se trabaje con cargas moderadas o bajas, actuando a nivel periférico. Se puede especular que quizás se obtengan adaptaciones similares con cargas de trabajo más bajas al añadir electroestimulación superimpuesta.

Bajo mi punto de vista todavía no estamos preparados para recomendar la utilización de electroestimulación superimpuesta de manera generalizada entre los deportistas de resistencia aeróbica, pero todo apunta a que a corto plazo será algo habitual. Entre otros aspectos falta aún definir los protocolos más idóneos de aplicación. Sigamos investigando.

Descanso entre series en entrenamiento de fuerza

Como en otros ámbitos de aplicación del entrenamiento intermitente, la principal dificultad radica en determinar no la intensidad o la carga del ejercicio, sino las características de la recuperación, especialmente el tiempo de descanso. En relación al entrenamiento de la “fuerza hipertrófica” las recomendaciones de los periodos de descanso se han basado en la respuesta endocrina post-ejercicio y otros mecanismos relacionados con el crecimiento muscular. Recientemente se ha publicado una interesante revisión sobre el tema (*Henselmans y Schoenfeld, 2014; Sports Med 22-jul*) en relación a los tiempos idóneos de descanso. De los estudios revisados, en ninguno se ha observado que el crecimiento muscular sea superior utilizando periodos más cortos de descanso. Un descanso de menos de 1 minuto provoca un mayor aumento de la hormona de crecimiento, pero también disminuye la relación testosterona/cortisol. La influencia de los distintos periodos de descanso sobre el sistema inmune, daño muscular, estrés metabólico o sistemas energéticos implicados es ambigua y en gran parte teórica. En resumen, la literatura científica no soporta a día de hoy la hipótesis de que la hipertrofia muscular requiera periodos de descanso más cortos que otras modalidades de la fuerza (fuerza máxima), ni que se obtengan más ventajas por imponer intervalos de descanso previamente fijados en su duración, frente la autorregulación del tiempo de descanso.

Mujeres atletas: atención al déficit de vitaminas y minerales

Las mujeres deportistas pueden tener un mayor riesgo de generar déficit de vitaminas y minerales debido a un consumo inadecuado, menstruación y altas respuestas inflamatorias frente al ejercicio de alta intensidad. Recientes estudios han documentado afectaciones frecuentes del status del hierro, con descensos asociados en el rendimiento físico y cognitivo. También se observan con frecuencia afectaciones en el metabolismo de la vitamina D y calcio entre mujeres atletas, habiéndose asociado con mayor prevalencia de lesiones músculo-esqueléticas y fracturas de estrés. Los deportistas en general, pero las mujeres atletas en particular, deberían asumir como rutinario acudir a un/una nutricionista deportivo con el fin de asegurarse el aporte suficiente de vitaminas y minerales en relación a la actividad física desarrollada. Los deportistas aficionados aún tenemos muchas asignaturas pendientes en relación al cuidado de nuestra salud, e incluso al rendimiento que esperamos alcanzar. Con demasiada frecuencia actuamos “de oídas” en relación a aspectos clave para nuestro rendimiento (revistas, colegas, amiguete con buena marca, pseudocientíficos sabelotodo, etc.) y nos cuesta un esfuerzo terrible acercarnos a los profesionales que realmente saben de todo esto (nutricionistas y médicos del deporte, entrenadores cualificados, podólogos deportivos,...) y nos pueden orientar de la manera más adecuada.

Genética del comportamiento sedentario

La mayoría de los estudios que han investigado sobre los hábitos de actividad física se han enfocado hacia factores sociales y de barreras ambientales, pero en los últimos años se le está dando mucha importancia a los factores biológicos, incluida la carga genética. Nuestra herencia genética influye prácticamente en cualquier función fisiológica, sensibilidad a enfermedades, longevidad, etc., pero seguro que también en muchos comportamientos. Recientemente se han publicado los resultados de una investigación (de Geus y col, 2014; *Twin Res Hum Genet* 17: 262-71), llegando a 3 conclusiones principales: 1) las diferencias individuales en los hábitos de actividad física están influenciados por factores genéticos, pero esa contribución genética varía con la edad, con una influencia de realización de ejercicio físico del 27 al 84%, y de comportamientos sedentarios del 9 al 48%. 3) no se han establecido aún los polimorfismos genéticos ligados al comportamiento sedentario o de realización de actividad física; y 4) hay una importante modulación genética de los efectos fisiológicos (adaptaciones) que alcanza cada persona con la realización de actividad física, en cualidades como fuerza, resistencia aeróbica o composición corporal.

Por ahora, no podemos hacer mucho para modificar la herencia genética que nos dejan nuestros padres (“salvo poder elegirlos previamente”), así que al igual que nos dejan más fibras musculares tipo I o tipo II, nos dejan también una mayor o menor tendencia natural a realizar actividad física en nuestras vidas.

Disfunción eréctil y ejercicio

Los beneficios del ejercicio sobre el sistema cardiocirculatorio está más que demostrado; el ejercicio no solo afecta positivamente a las arterias coronarias, quizás el aspecto más estudiado, sino también al resto del árbol vascular incluidas las arterias relacionadas con la erección, en las que cambios arterioscleróticos y otros trastornos del endotelio se relacionan con la disfunción eréctil. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Kalka y col, 2014; Am J Mens Health 30-jul*) en el que los autores investigaron si el entrenamiento aeróbico modificaba la intensidad de la disfunción eréctil en hombres con enfermedad cardiaca isquémica. Participaron 150 pacientes con enfermedad cardiaca y disfunción eréctil asociada. Los resultados mostraron que el programa de ejercicio aeróbico mejoró la disfunción eréctil entre los pacientes. No se observaron correlaciones entre las distintas variables fisiológicas asociadas al entrenamiento, incluida la intensidad, con los cambios en la disfunción eréctil.

Este estudio muestra un motivo más para que los pacientes coronarios adquieran el hábito del ejercicio físico de por vida una vez concluido el periodo de rehabilitación cardiaca. Por otra parte, si el ejercicio afecta a la calidad de la erección en hombres sanos, es una hipótesis de trabajo complicada de verificar, al no depender únicamente de factores fisiológicos.

Vitamina E y estrés oxidativo

Los antioxidantes como suplemento de la dieta están de moda, casi siempre ligado a posibles efectos anti-envejecimiento (*antiaging*), pero también como ayuda para luchar contra el estrés oxidativo en los deportistas. En ambas áreas, los efectos no están claros y la discusión continúa. Pero en cualquier caso la presión mediática es importante, y unos por no querer envejecer, y otros por mejorar su rendimiento, la realidad es que hay un consumo elevado de antioxidantes como suplemento de la alimentación. Los tocoferoles (referidos como vitamina E) se han utilizado con frecuencia como antioxidantes en el ámbito del deporte, pero los resultados en su conjunto son confusos. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (*Stepanyan y col, 2014; Appl Physiol Nutr Metab 26: 1-9*) de 6 estudios seleccionados sobre los efectos de la suplementación con vitamina E sobre el rendimiento y el estrés oxidativo. Los resultados mostraron que la suplementación con tocoferol no evidenció una protección frente al daño muscular o la peroxidación lipídica (estrés oxidativo) asociados al ejercicio.

Las investigaciones han de proseguir, pero por ahora, no existen evidencias concluyentes de la eficacia de la suplementación con tocoferoles (vitamina E) como protector frente al estrés oxidativo asociado al ejercicio. Quizás deberíamos plantearnos si realmente es necesario "luchar" frente al estrés oxidativo FISIOLÓGICO asociado al ejercicio. Yo me inclino más por considerar el estrés oxidativo como una respuesta fisiológica más asociada al ejercicio, que provocará las adaptaciones pertinentes, que son las que realmente nos protegerán de posibles daños celulares.

Actividad física y mortalidad en EPOC

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) causa todos los años un elevado número de fallecimientos en todo el mundo, y un descenso muy notable de la calidad de vida de los supervivientes. La actividad física como parte del tratamiento de esta enfermedad ha demostrado su eficacia en la mejora de la calidad de vida de estos pacientes, pero existen pocos datos sobre la incidencia en la mortalidad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Vaes y col, 2014; *Eur Respir J* 25-jul) en el que los autores prescribieron ejercicio físico a un grupo de pacientes con EPOC observando la incidencia sobre el riesgo de mortalidad. Participaron en el estudio 1270 pacientes con EPOC y 8734 sujetos sin la enfermedad. Los resultados mostraron que los pacientes con moderado o alto nivel de actividad física de base y que bajaron el nivel de actividad física durante el seguimiento, presentaron un elevado riesgo de mortalidad. Por otra parte, en los pacientes con bajo nivel de actividad física de base, no se observaron diferencias en el riesgo de mortalidad por introducir durante el seguimiento un aumento de la actividad física. Además, los sujetos con bajo nivel de actividad física de base, tuvieron un elevado riesgo de mortalidad independientemente de la actividad física realizada durante el seguimiento. Por último, se observó que tanto en pacientes como en sanos, un descenso de la actividad física durante el seguimiento se asoció a un mayor riesgo de mortalidad. Los resultados sugieren la importancia de mantener un alto nivel de actividad física durante toda la vida, y en el caso de los enfermos con EPOC en los primeros estadios de la enfermedad, asociándose este hecho a un mejor pronóstico. Ah!!..por si alguien no lo recuerda, la principal causa de la EPOC es el tabaquismo.

Está claro, la realización de ejercicio físico durante toda la vida posibilita enfrentarse a casi todas las enfermedades con un mejor pronóstico. Pero claro, esto es medicina preventiva y a la gente le cuesta entenderlo. Insistamos.

Descenso de volumen de entrenamiento y rendimiento

El entrenamiento basado en intervalos está en el foco de atención de los investigadores desde hace un tiempo. Debido a este interés están surgiendo nuevas propuestas de aplicación, y sobre todo estamos entendiendo mejor sus bases fisiológicas, bioquímicas y moleculares. Recientemente se han publicado los resultados de otro estudio (Zelt y col, 2014; *Eur J Appl Physiol* 5-ago) en el que los investigadores examinaron los efectos de una reducción del volumen de entrenamiento interválico (SIT) sobre el rendimiento máximo y submáximo. Los sujetos participantes fueron distribuidos en 3 grupos: i) entrenamiento de resistencia aeróbica (60 min por sesión en semanas 1 y 2, aumentando a 75 min por sesión en las semanas 3 y 4); ii) SIT, que consistía en periodos de 30 s (SIT30) ó 15 s (SIT15) a máxima intensidad, comenzando con 4 intervalos por sesión en las semanas 1 y 2, hasta 6 intervalos en las semanas 3 y 4. El entrenamiento se realizó sobre un cicloergómetro 2 veces por semana durante 4 semanas. Los resultados mostraron una mejora del VO₂max, umbral láctico y velocidad crítica con el entrenamiento en los tres grupos sin diferencias significativas entre ellos. También mejoró el rendimiento en el test de Wingate sin diferencia entre grupos. Los resultados sugieren que reducir de 30 s a 15 s los periodos de ejercicio en SIT no tuvo impacto sobre las mejoras de la potencia aeróbica y anaeróbica, así como en el umbral láctico ó velocidad crítica.

Atención a las erróneas interpretaciones que se puedan hacer de este y otros estudios similares. El entrenamiento interválico de alta intensidad es imprescindible para lograr un alto rendimiento en resistencia aeróbica, pero no vale para todo. Muchas adaptaciones fisiológicas, bioquímicas y moleculares solo se alcanzarán, o mejor dicho lograrán el máximo grado de adaptación, con entrenamiento continuo de larga duración.

Ingesta aguda de alcohol y capacidad de ejercicio

Los efectos del consumo agudo de alcohol sobre el rendimiento no están totalmente estudiados. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Popovic y col, 2014; J Cardiovasc Med 1-ago*) en el que los autores investigaron sobre los efectos de la ingesta aguda de alcohol en la capacidad de ejercicio y respuesta de las hormonas de estrés durante una prueba de esfuerzo. Los sujetos realizaron 2 visitas al laboratorio en orden aleatorio: sin beber alcohol, y después de ingerir 1,5 g/kg de whisky diluido al 15% en agua. Realizaron una prueba de esfuerzo con análisis de gases respiratorios y se evaluaron hormonas de estrés antes, justo después y a los 3 min de recuperación en ambas condiciones. La concentración sanguínea de etanol en el grupo experimental fue de $1,25 \pm 0,54$ ‰. Los resultados mostraron un aumento significativo de las hormonas relacionadas con el estrés (cortisol, ACTH etc) pero sin diferencias entre grupos. Las variables relacionadas con el rendimiento obtenidas de la prueba de esfuerzo no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos ($VO_2\text{max}$, $W\text{max}$, duración test, VE/VCO_2), a excepción del RER que fue menor después del consumo de alcohol. Este estudio sugiere que el consumo agudo de alcohol no se asocia a un descenso del rendimiento, ni a cambios en el metabolismo en el ejercicio.

No voy a criticar el estudio comentado, todo lo contrario, es bueno que se investiguen todos los aspectos relacionados con el ejercicio. No obstante, la conclusión del trabajo si es muy matizable. Las variables obtenidas en una prueba de esfuerzo solo son un indicador más, muy potente pero uno más, del rendimiento. Así, si clasificáramos a los 100 primeros ciclistas del pasado Tour de Francia por las variables obtenidas en una prueba de esfuerzo antes de la competición, no se correspondería a la clasificación final de la prueba. Bajo mi punto de vista, y sin ninguna duda, el alcohol si afecta al rendimiento deportivo de manera negativa. No obstante, los investigadores estamos en nuestro derecho de diseñar protocolos de estudio ventajosos para obtener resultados apetecibles, y a la vez tenemos la obligación de analizar los estudios publicados para no ofrecer conclusiones erróneas a los deportistas.

Tejido adiposo: mucho más que un simple almacén de grasa

En los últimos años hemos asistido al “nacimiento” de dos nuevos órganos endocrinos, que se han sumado a los clásicos, como el páncreas, las glándulas tiroideas, las suprarrenales, etc.. Así, las células musculares cuya principal función es la contracción muscular son consideradas en su conjunto como un órgano endocrino, del que hablaremos mañana. Otro ejemplo de “nuevo órgano endocrino” son los adipocitos. El tejido adiposo ha sido considerado durante muchos años como un simple almacén de grasa, pero hoy sabemos que sus funciones reguladoras en el organismo son muy importantes, participando, por ejemplo, de forma muy activa en el estatus inflamatorio. Los adipocitos generan constantemente, seguramente en función de su propio “estado de salud”, numerosas sustancias, entre las que destacan las adipokinas, que son proteínas sintetizadas por la propia célula. Se han descrito más de 50 adipokinas, que incluyen hormonas) como la leptina, adiponectina ó hepcidina, entre otras), y citokinas inflamatorias, como el factor necrótico tumoral (TNF) o la proteína activadora del plasminógeno (PAI). Estas adipokinas son diferentes en estructura y función, participando en la regulación de numerosos procesos metabólicos, de respuesta inmune, homeostasis vascular, regulación del apetito, regulación de la presión arterial y el balance energético, entre otras muchas. Así, las adipokinas facilitan la comunicación entre órganos y sistemas metabólicos del organismo. Cuando nos dispongamos a tratar a un obeso, hemos de tener en cuenta todos estos factores, así como las comorbilidades asociadas generalmente a la propia obesidad como resultado de la propia influencia del adipocito. Si es que alguna vez lo hemos pensado así, quitémonos de la cabeza que un paciente obeso es solo una persona que tiene acúmulo de grasa, y que la vamos a hacer desaparecer con ejercicio y/o dieta. Es mucho más complejo, y es por ello por lo que se necesita un verdadero equipo multidisciplinar para el tratamiento de estos pacientes. Algún día de estos escribiré sobre los “equipos multidisciplinares” compuestos por una persona, pero eso es otra historia.

El músculo como eje de la respuesta al ejercicio

Uno de los temas más apasionantes surgidos en los últimos años en Fisiología del Ejercicio ha sido el papel endocrino del tejido muscular, especialmente en relación al ejercicio. Pero mucho antes de que surgiera este interés por profundizar en como el músculo actúa sobre órganos y sistemas por medio de sustancias generadas en sus células, los investigadores ya otorgaron a las células musculares un gran protagonismo en la regulación fisiológica de los principales sistemas del organismo durante el ejercicio. Así, ya en 1917 comenzaron los primeros experimentos de Krogh & Lindhard en los que estos excelentes fisiólogos apuntaban sobre la existencia de receptores musculares que podían estimularse dependiendo de las condiciones metabólicas de la contracción muscular (“aeróbico – anaeróbico”), y que como resultado de esa estimulación afectaban al nivel de excitación simpático-adrenal del organismo, y con ello al funcionamiento de todos los sistemas implicados o no en el ejercicio. En definitiva, lo que sabemos hoy es que el músculo emite potentes señales nerviosas hacia el sistema nervioso central en función de cómo se desarrolle la contracción muscular, y esto condiciona la respuesta del resto de sistemas al ejercicio, y con ello las adaptaciones a conseguir. Además, desde principios del siglo XXI se investiga con fuerza en el papel endocrino del tejido muscular. Así, se comprobó que el músculo esquelético produce y libera citoquinas, que son denominadas mioquinas. El músculo libera mioquinas en respuesta a la contracción, lo que puede influenciar en el metabolismo de otros tejidos y órganos. Con este descubrimiento, se abre además una posible relación entre la actividad contráctil muscular y el sistema inmune. En particular la producción muscular de IL-6, con potentes efectos antiinflamatorios, y que parece solo se produce con el músculo en contracción, puede ser uno de los vínculos más potentes entre la SALUD y el EJERCICIO. En definitiva, mantener en buen estado a los más de 400 músculos que componen nuestro cuerpo, sea una de las posturas más inteligentes que podamos adoptar para preservar un buen estado de salud y prevenir las principales enfermedades crónicas no transmisibles, y eso por ahora solo se consigue mediante la realización de ejercicio físico.

Patrones de sueño antes y durante la competición en ciclistas

La mayoría de los aficionados al deporte que competimos en diferentes disciplinas hemos experimentado una cierta dificultad en conseguir una noche de sueño “normal” el día antes de la competición. Así, la gran mayoría de los maratonianos o triatletas, duermen menos de 5 horas la noche antes de competir, algo que sin duda afecta al rendimiento. Los deportistas profesionales, más habituados a la competición, suelen dormir mejor, pero no hay muchos estudios que hayan analizado en profundidad este tema, no solo en cantidad de sueño, sino también en calidad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Lastella y col, 2014; J Sports Sci 8: 1-7*) en el que investigaron si las horas de sueño antes y durante la competición es diferente al habitual del periodo de entrenamiento, en ciclistas. Se monitorizaron 11 noches de sueño, 6 en fase de entrenamiento, 3 antes de la competición y 2 durante la competición. Los resultados mostraron como los ciclistas durmieron menos la noche antes de la competición ($6,5 \pm 0,9$ h), y en la primera noche de competición ($6,8 \pm 0,8$ h), que lo habitual durante el entrenamiento ($7,4 \pm 0,6$ h). Los ciclistas también fueron antes a la cama durante el periodo de competición.

¿Quién pillara 7,4 h de sueño diario?...y ¿quién no firmaría dormir 6,5 h la noche antes de un maratón?...lo que está claro es que el descanso asociado al sueño es un tema preocupante en deportistas aficionados, pero que habitualmente se “deja estar” como parte asociada al estrés de la competición. No debe ser así. Los médicos del deporte estamos ahí para ayudar a que el sueño sea de la mejor calidad y cantidad posible también en deportistas aficionados.

Tipo de contracción, proteínas y crecimiento muscular

Las células satélites del tejido muscular esquelético (SC) están implicadas en los procesos de reparación y crecimiento del músculo esquelético, no conociendo bien los factores extrínsecos que pueden modificar la población de SC. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Farup y col, 2014; *J Appl Physiol* 7-ago) en el que los investigadores observaron la asociación entre SC, crecimiento muscular y la respuesta a 12 semanas de entrenamiento unilateral excéntrico ó concéntrico, más la ingesta de proteínas de suero (19,5 g) ó placebo. Se obtuvieron muestras de músculo vasto lateral por biopsia, analizando SC por tipo de fibra muscular, mionúcleos y área de las fibras. Los resultados mostraron como después del entrenamiento las SC aumentaron con el entrenamiento concéntrico en ambos tipos de fibras (I y II), con diferencias significativas respecto al grupo de entrenamiento excéntrico, en el que no aumentaron. El contenido en mionúcleos en las fibras I aumentó en las fibras I en todos los grupos, mientras que un aumento en las fibras II fue observado en el grupo que entrenó concéntrico y recibió suplementación con proteínas. Por otra parte, mientras que el tamaño de las fibras I aumentó con las dos modalidades de entrenamiento, el área transversal de las fibras II solo aumentaron en el grupo que entrenó concéntrico y recibió proteínas, existiendo una correlación entre la hipertrofia total del músculo con el aumento de tamaño de las fibras II. Los autores concluyen que el entrenamiento concéntrico en los extensores de rodilla parece contribuir con más fuerza en el contenido de células satélite que el excéntrico, mientras que la hipertrofia fue mayor combinando entrenamiento concéntrico y suplementación con proteínas.

Continua el debate sobre que modalidad de entrenamiento se asocia a una mayor hipertrofia, Resistencia muscular, potencia, etc. Y es que, los protocolos de entrenamiento pueden ser tan diferentes entre los estudios, que se hace verdaderamente complicado extraer conclusiones definitivas. Mientras todo se aclara, sigamos utilizando la mayor variedad de estímulos en nuestros músculos.

Activación muscular con bajas cargas

Se ha hipotetizado que levantar cargas ligeras hasta el fallo muscular puede activar todo el espectro de unidades motoras, provocando con ello adaptaciones similares a las obtenidas con entrenamiento con altas cargas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Schoenfeld y col, 2014; *Eur J Appl Physiol* 12-ago) cuyo objetivo fue investigar la actividad electromiográfica (EMG) durante entrenamientos de alta y baja carga, y en relación al rendimiento. Los sujetos realizaron 3 series de *press* de piernas a diferentes intensidades: alta carga (HL), 75% 1RM y baja carga (LL), 30% 1RM. Se analizó la actividad EMG en la activación pico y media del vasto medial, vasto lateral, recto femoral y bíceps femoral. Los resultados mostraron que la mayor actividad EMG se observó durante HL, en comparación con LL. También se observó una mayor actividad EMG media durante HL, en relación a LL. Los resultados indican que el entrenamiento con carga del 30% 1RM hasta el fallo muscular no activa de forma total las unidades motoras del cuádriceps femoral.

Los resultados de este estudio no apoyan la hipótesis de que con bajas cargas hasta el fallo se puedan activar las unidades motoras implicadas en el movimiento de forma máxima. Sería bueno saber si estos mismos resultados se reproducen también trabajando con grupos musculares más pequeños.

Eficiencia de pedaleo en triatletas master

De las cualidades que integran el fitness o capacidad funcional de una persona, probablemente la resistencia aeróbica sea la que por más tiempo se pueda mantener a niveles elevados de rendimiento con el paso de los años. Sabemos que uno de los pilares en los que se sustenta el rendimiento aeróbico es la eficiencia del gesto deportivo, y en el caso de los triatletas, la eficiencia de pedaleo sobre la bicicleta es un factor clave del rendimiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Brisswalter y col, 2014; Eur J Appl Physiol 15-ago*) en el que los autores examinaron la influencia de la edad sobre la eficiencia de pedaleo y la potencia de sprint en triatletas máster entrenados. Los triatletas fueron agrupados por rangos de edad: 20-29 años, 30-39 años; 40-49 años; 50-59 años; 60-69 años; y >70 años. Todos realizaron un test máximo de esfuerzo, un test de potencia máxima de sprint (5 s) y un tercer test de valoración de eficiencia de pedaleo. Los resultados mostraron como la eficiencia de pedaleo disminuyó a partir de los 50 años de manera significativa, en comparación con el grupo de 20-29 años, y continuó descendiendo en el grupo de 60-69 años (en relación al grupo de 50-59 años), sin más cambios más allá de los 70 años. Por otra parte, en el grupo de 50-59 años se observó un continuo descenso significativo de la potencia de sprint con la edad (-36% para >70 años, respecto al grupo de 20-29 años). Los autores observaron una correlación significativa entre el descenso de la eficiencia y la pérdida de potencia en sprint y potencia aeróbica máxima.

Aunque no se pueden detener los efectos del envejecimiento ni siquiera en los deportistas máster de alto nivel, los fisiólogos del ejercicio debemos investigar en cómo han de estructurarse los entrenamientos de los atletas máster para minimizar al máximo los inevitables efectos del paso de los años. Existe el error generalizado entre los atletas máster y de muchos de sus entrenadores, de pretender seguir entrenando con los mismos esquemas aplicados cuando eran jóvenes lo que ocasiona muchas lesiones, estados de sobreentrenamiento y lo que es más importante desánimo entre los atletas. Desde luego entrenar a un atleta máster es un verdadero reto para el entrenador, que se ha de enfrentar a una mezcla de ilusión, frustración, experiencia, hábitos inveterados, conductas sabelotodo, etc., caldo de cultivo que no hace nada fácil la labor del profesional del entrenamiento.

Ecuaciones de predicción de la FCmax en jóvenes atletas

Conocer la frecuencia cardiaca máxima (FCmax) en los deportistas ha sido y en muchos casos es, una necesidad para programas intensidades de entrenamiento en deportistas. En este sentido, y a falta de la realización de una prueba máxima de esfuerzo, se utilizan distintas fórmulas predictivas de la FCmax, casi todas en función de la edad del sujeto. Evidentemente cualquier predicción se asocia a un error, y en este sentido diferentes autores han propuesto diferentes ecuaciones que pretenden acercarse lo más posible al verdadero valor de la FCmax. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Nikolaidis, 2014; *Niger Med J* 55: 314-20) en el que comparó la FCmax con tres ecuaciones de predicción (Fox-FCmax=220-edad; Tanaka-FCmax= 208-0,7xedad; y Nikolaidis-FCmax= 223-1,44xedad) en jóvenes atletas de equipo. Los atletas fueron distribuidos en grupos (hasta 12 años; de 12 a 15 años; más de 15 años), y todos realizaron un test de campo máximo de carrera en campo para determinar la FCmax real. Los resultados mostraron que las fórmulas de Fox y Nikolaidis sobreestimaron la FCmax, mientras que la ecuación de Tanaka, la subestimó. Los autores sugieren la necesidad de aplicar nuevas ecuaciones que estimen con menos error la FCmax en jóvenes atletas, y proponen para los entrenadores aplicar la ecuación de Tanaka para evitar el sobreentrenamiento, y las de Fox o Nikolaidis para asegurar una adecuada intensidad de ejercicio.

En mi opinión, y por lo general, otorgamos excesivo protagonismo a la frecuencia cardiaca como instrumento para controlar la intensidad del ejercicio. Y es que esta variable está sujeta durante el ejercicio a cambios fisiológicos tan evidentes, que sus fluctuaciones "normales" sobrepasan en mucho los posibles errores de 4-8 latidos por minuto que nos ofrecen las distintas ecuaciones utilizadas para predecir la FCmax. ¿Cuántos de los que estáis leyendo este post utilizáis la frecuencia cardiaca para regular la intensidad de ejercicio durante la competición?. Pues eso.

Aterosclerosis carotídea en maratonianos

El entrenamiento aeróbico tiene efectos positivos claros sobre los indicadores principales de salud, sin embargo, sus efectos sobre la progresión de la aterosclerosis no está claro. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Taylor y col, 2014; BMJ Open 14-feb*) en el que los investigadores valoraron distintos índices de salud, además de rigidez arterial y espesor de la pared de la carótida en corredores entrenados vs sujetos no entrenados con el fin de evaluar el impacto del ejercicio en el desarrollo de la aterosclerosis coronaria. Participaron 42 corredores de una edad media de 46 años que participaron en la Maratón de Boston, y sus controles sedentarios. Se evaluaron lípidos sanguíneos, proteína C reactiva (CRP), índice de riesgo cardiovascular de Framingham, rigidez arterial central y presión arterial sistólica (SBP), así como espesor de la carótida. Los resultados mostraron que los principales factores de riesgo cardiovascular estaban reducidos en los corredores. El espesor carotídeo, así como la presión arterial central no fueron diferentes entre grupos, asociándose a la edad y los factores de riesgo cardiovascular (Framingham), independientemente del ejercicio realizado. Los autores sugieren que el ejercicio de resistencia aeróbica disminuye los factores de riesgo cardiovascular, pero no reduce la magnitud de la aterosclerosis carotídea asociada con la edad y los factores de riesgo cardiovascular.

En resumen, los corredores de resistencia aeróbica deben en cualquier caso respetar los hábitos de vida saludable recomendados para la población general, y sobre todo, realizar los exámenes de salud preventivos asociados a cada grupo de edad.

Entrenamiento de músculos respiratorios en edad avanzada

El entrenamiento específico de los músculos respiratorios ha mostrado su utilidad en diferentes áreas, tanto clínicas como deportivas, incluyendo en las primeras las personas de edad avanzada. Con el envejecimiento se produce un descenso de la estructura y función muscular inspiratoria, que junto con un aumento del estrés oxidativo y del estatus inflamatorio contribuyen al aumento de la morbi-mortalidad en esta población. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Mills y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 10-ago*) en el que los autores examinaron los efectos del entrenamiento de músculos respiratorios (IMT) sobre la función muscular inspiratoria, así como sobre el estatus inflamatorio, estrés oxidativo, capacidad funcional general, niveles de actividad física y calidad de vida en un grupo de personas de 68 ± 3 años. El entrenamiento se realizó durante 8 semanas frente a un grupo control. Los resultados mostraron que el entrenamiento provocó un aumento de la fuerza muscular inspiratoria (+34%), hipertrofia del diafragma en volumen residual (+38%), y pico de flujo inspiratorio (+35%), pero no se observaron cambios asociados en el resto de variables espirométricas, citokinas plasmáticas, marcadores de estrés oxidativo, resistencia muscular inspiratoria, capacidad funcional, actividad física realizada o calidad de vida. Los autores sugieren que en edad avanzada el entrenamiento muscular inspiratorio provoca mejoras en la estructura y función respiratoria, pero no se acompañan de cambios en el estatus inflamatorio, estrés oxidativo y otros marcadores de capacidad funcional y calidad de vida.

Ya que estudios previos si observaron efectos positivos de esta modalidad de entrenamiento sobre la capacidad funcional y calidad de vida en edad avanzada, es necesario seguir investigando antes de extraer conclusiones definitivas. El rango de edad de los sujetos del estudio ("muy jóvenes" en este caso) pudo influir en los resultados.

Recuperación fatiga muscular: estiramiento vs frío

La recuperación de la fatiga muscular, especialmente en los periodos de descanso entre fases de actividad de alta intensidad, es importante para asegurar el rendimiento subsecuente. El estiramiento como la aplicación de frío se utilizan para la recuperación muscular en esas situaciones, aunque no está clara su efectividad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Eguchi y col, 2014; Eur J Appl Physiol 26-ago*) en el que los autores compararon los efectos del estiramiento vs frío sobre la fatiga muscular en sujetos que alternaron ejercicio de alta intensidad y reposo. Cada sujeto realizó contracciones isométricas repetidas levantando y sosteniendo una mancuerna provocando fatiga muscular. Durante los periodos de descanso se utilizaron cuatro metodologías de tratamiento: estiramiento estático, estiramiento balístico, no estiramiento y hielo. Se midió la actividad electromiográfica y saturación relativa de oxígeno durante los ejercicios. La fatiga muscular se estimó indirectamente por el descenso en la frecuencia media de la señal electromiográfica (EMG). Los resultados mostraron que el estiramiento redujo la frecuencia media EMG asociada a la contracción isométrica en relación a la no intervención (no estiramiento). No hubo diferencias entre estiramiento estático y balístico. El frío no disminuyó la frecuencia media EMG. Los resultados mostraron que el estiramiento, estático o balístico, no beneficia la recuperación muscular de la fatiga, e incluso la puede inhibir. Por el contrario, el hielo es más efectivo para inducir recuperación y parece mejor opción entre ambas técnicas.

Nuevos datos que señalan que los estiramientos no son siempre la mejor forma de recuperación cuando la contracción muscular ha sido intensa y/o prolongada. Aún así, miles de deportistas aficionados siguen estirando indiscriminadamente antes y después de las sesiones de ejercicio.

Demasiado tiempo sentados

Ya hemos comentado con anterioridad las evidencias que señalan la relación entre el tiempo que pasamos sentados y la presencia de factores de riesgo cardiovascular, así como el descenso de esos factores de riesgo si nos levantamos periódicamente para realizar alguna actividad. Recientemente se han publicado los resultados de otro estudio (Thosar y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 18-ago) en el que los autores examinaron los efectos de interrumpir el tiempo sentado (ST) sobre la función endotelial de la arteria femoral. Los sujetos participantes realizaron 2 protocolos de estudio: 1) permanecieron sentados 3 h en una silla sin mover sus extremidades inferiores; 2) los sujetos permanecieron 3 h sentados, pero se levantaron a caminar 5 min (3,2 km/h) cada 30 minutos. Se valoró la función endotelial en ambos protocolos. Los resultados mostraron que en el protocolo sentado se produjo un descenso de la capacidad de dilatación arterial (función endotelial), mientras que cuando se interrumpió el periodo de sentado con actividad física, la capacidad de dilatación arterial se mantuvo. Los autores concluyen que 3 horas sentados provoca alteraciones significativas en la fisiología arterial, con una notable disminución de la función endotelial, hecho que se previene con la realización de actividad física ligera a intervalos regulares.

Como ya comenté en anteriores ocasiones, independientemente de la actividad física que realicemos, si nuestro trabajo exige estar sentado durante muchas horas debemos interrumpir esa posición estática cada 30 minutos para realizar actividad física moderada (caminar, algo de fuerza –que bien pueden venir unas sentadillas-, etc). También las empresas deberían impulsar este comportamiento poniendo en marcha ideas creativas para animar a los más reticentes a no permanecer muchas horas sentados (reuniones de pie, servicios (ej. fax), estratégicamente distantes, etc).

Entrenamiento interválico: efectos de 1 sesión/semana

El entrenamiento interválico ha mostrado su utilidad en la mejora de la capacidad funcional aeróbica tanto en deporte como en clínica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Nakahara y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 18-ago) en el que los autores investigaron los efectos del entrenamiento interválico con frecuencia semanal sobre la función cardiorrespiratoria en reposo y durante el ejercicio. Los sujetos participantes fueron distribuidos aleatoriamente en un grupo de entrenamiento y en un grupo control. La función cardiorrespiratoria se evaluó antes y después del periodo de entrenamiento mediante tests máximo y submáximo de esfuerzo. Se realizó igualmente ecocardiografía antes y después de la intervención. El entrenamiento se realizó durante 3 meses, 1 sesión a la semana de entrenamiento interválico (3 series hasta la fatiga al 80% Wmax). Los resultados mostraron en el grupo de entrenamiento un aumento del VO₂max del 13%, del umbral ventilatorio del 21% y del espesor de la pared posterior del ventrículo izquierdo del 18%. También se constató un descenso del lactato del 16% durante el ejercicio de carga constante de alta intensidad. No hubo cambios en el grupo control. Los resultados indican que un entrenamiento interválico de alta intensidad realizado solamente 1 vez por semana, provoca adaptaciones significativas tanto en la función cardiorrespiratoria como en la morfología cardíaca.

Aunque las recomendaciones oficiales de frecuencia de entrenamiento semanal para alcanzar adaptaciones están en las 3 sesiones semanales (al menos 30 minutos), todos los que nos dedicamos a la fisiología del ejercicio y/o al entrenamiento, intuimos que una única sesión de entrenamiento bien estructurada provoca cambios significativos (adaptaciones), tanto funcionales como estructurales. Y este es un campo que merece la pena estudiar, especialmente porque muchas personas no entusiastas del ejercicio, podrían aceptar entrenar en una única sesión semanal, si esta fuera suficiente para mejorar su fitness cardiorrespiratorio y muscular, además de modificar positivamente los indicadores fundamentales de salud. Aunque hay que investigar más sobre el tema, este estudio viene a apoyar esa hipótesis de trabajo.

Tiempo de reposo entre series de antagonistas

El entrenamiento en circuito alternando músculos antagonistas es muy utilizado. La evidencia sugiere que el trabajo de músculos antagonistas aumenta el rendimiento de los agonistas. Recientemente se ha publicado un estudio (*Maia y col, 2014; J Strength Cond Res 28:2529-35*) en el que los autores examinaron los efectos de diferentes tiempos de recuperación entre repeticiones de ejercicio que implicaban músculos antagonistas. Los sujetos voluntarios realizaron test de fuerza de extensión de rodilla, con y sin ejercicios de flexión de rodilla por los músculos antagonistas. Se utilizaron diferentes periodos de descanso: mínimo reposo, 30 s de reposo, 1, 3 y 5 min. También se utilizó un protocolo de extensión de rodilla sin antagonistas. Los resultados mostraron que se realizaron más repeticiones de extensión de rodilla con el mínimo reposo, y con 30 s y 1 min de recuperación, respecto al protocolo sin contracción de antagonistas. Se observó una mayor actividad electromiográfica en el vasto medial en el protocolo de mínimo descanso, frente al resto. Los resultados sugieren que el mínimo descanso entre series de antagonistas es más eficaz para mejorar el rendimiento de los agonistas implicados en el ejercicio.

Como ya hemos comentado en anteriores ocasiones la recuperación entre ejercicios, aeróbicos o de fuerza, es un tema complicado fisiológicamente, aplicando en muchas ocasiones protocolos estándar de recuperación. Este estudio es un claro ejemplo de transferencia de resultados de investigación a la práctica diaria. A falta de confirmación por otros estudios, por ahora, disminuyamos al máximo la recuperación entre series de ejercicios con músculos antagonistas.

Entrenamiento interválico de alta intensidad y riesgo de caída en ancianos

El entrenamiento de fuerza y la mejora del equilibrio pueden disminuir el riesgo de caída en ancianos hasta en un 50%. La evidencia disponible indica que una sesión de ejercicio de resistencia aeróbica o activación neuromuscular puede deteriorar el control postural. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Donath y col, 2014; Gerontology 13-ago*) en el que se examinó los efectos agudos de una sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT) sobre el rendimiento neuromuscular en jóvenes y ancianos, valorando los cambios posturales al finalizar la sesión y en el periodo de recuperación de la misma. Los autores pretendieron investigar si existió un mayor riesgo de caída después del ejercicio. Los sujetos realizaron un HIT de 4x4 min al 90% FCmax o permanecieron en reposo (CON). Se valoró el control postural con ojos abiertos y ojos cerrados, y la actividad electromiográfica de diferentes músculos de la pierna dominante. Los resultados mostraron que en comparación con CON, el HIT aumentó el movimiento postural con ojos abiertos después del ejercicio en ambos grupos. Con ojos cerrados el aumento del movimiento postural solo ocurrió en los ancianos al finalizar el ejercicio, manteniéndose 10 min después. Los autores sugieren que el HIT causa un “periodo sensible a la caída” con afectación del balance postural al menos en los 10 min posteriores a la sesión de ejercicio. Los problemas de visión en ancianos pueden llevar este periodo a los 30 min.

Los profesionales de la salud y el ejercicio que trabajan con ancianos deben tener en cuenta estos resultados, y estar muy atentos en valorar el equilibrio y control postural de estas personas después de las sesiones de ejercicio.

Estrategias para mejorar la economía de carrera

El rendimiento en carrera de resistencia aeróbica se basa en tres pilares: VO_2 max, umbral anaeróbico y economía de carrera. Esta última depende de un complejo entramado de factores fisiológicos y biomecánicos, y es definida como el gasto de energía asociada a una dada velocidad submáxima de carrera, y expresada como VO_2 asociado a esa velocidad. A menor VO_2 , mejor economía de carrera. Recientemente se ha publicado una completa revisión (Barnes y Kilding, 2014; *Sports Med* 28-ago) sobre las mejores estrategias para mejorar la economía de carrera. Entre los factores que mejoran la economía de carrera se discuten: 1) el volumen de entrenamiento; 2) entrenamiento en cuestas; y 3) entrenamiento interválico de alta intensidad, como los tres principales medios para mejorar la economía de carrera. También se abordan otras estrategias como el entrenamiento de fuerza y la pliometría, que influirían en las características neuromusculares. También la aclimatación a la altura ha mostrado mejoras de la economía de carrera en algunos estudios. La flexibilidad también parece mejorar la economía de carrera. Por último, el consumo de nitratos e incluso la cafeína se han relacionado con una mejora de esta cualidad fisiológica.

Los aficionados a la carrera de larga distancia, deberían pedir el asesoramiento de entrenadores cualificados para introducir en sus entrenamientos intervenciones que trataran de mejorar la economía de carrera, uno de los pilares básicos de los que depende el rendimiento.

Entrenamiento polarizado: impacto sobre el rendimiento

Los atletas de resistencia aeróbica utilizan diferentes modalidades de entrenamiento en sus programas: alto volumen (HVT), entrenamiento en umbral (THR), entrenamiento interválico (HIT) y una combinación de los anteriores que se ha denominado entrenamiento polarizado (POL). Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Stöggl y Sperlich, 2014; *Front Physiol* 5:33) cuyo objetivo fue valorar que modalidad de entrenamiento se asocia a las mayores mejoras en las variables clave del rendimiento de resistencia aeróbica. Los atletas participantes entrenaron durante 9 semanas, distribuyéndose aleatoriamente en los 4 grupos de entrenamiento. Se realizaron test de esfuerzo y se determinó la economía de trabajo. Los resultados mostraron que el POL provocó mayores aumentos del VO₂max (11,7%), tiempo hasta el agotamiento en un test en rampa (17,4%) y velocidad/potencia pico (+5,1%). La velocidad asociada a una concentración de lactato de 4 mM aumentó con POL (8,1%) y con HIT (5,6%). No hubo diferencias entre grupos respecto a las mejoras de la economía de trabajo. La masa corporal se redujo en HIT (3,7%), sin cambios en el resto de los grupos. Los entrenamientos HVT y THR, no provocaron cambios significativos, a excepción de la economía de carrera, en las variables asociadas al rendimiento. Los autores sugieren que el entrenamiento polarizado es el que mayores mejoras provoca en las variables clave del rendimiento de resistencia aeróbica en atletas bien entrenados.

Aunque en los últimos años se “ha puesto de moda” el denominado entrenamiento polarizado, en realidad se ha utilizado desde siempre por los entrenadores. Y es que la combinación de diferentes estímulos, en diferente proporción en cada momento del ciclo de preparación, en el “ABC” del entrenamiento deportivo. Así por ejemplo, el HIT es de gran utilidad, pero a ningún entrenador se le ocurriría planificar la preparación de un maratón solo entrenando HIT.

Ejercicio intermitente de alta intensidad en niños con sobrepeso

El entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIT) ha mostrado su efectividad en el descenso de grasa corporal en personas con sobrepeso. Por otra parte, los niños espontáneamente utilizan en sus juegos el HIT de forma natural por sus características fisiológicas. Dado la elevada incidencia de sobrepeso en niños en la mayoría de los países, la potenciación del ejercicio debe ser una de las herramientas clave para luchar contra el sobrepeso y la obesidad infantil, y en este contexto la aplicación de HIT parece lo más natural en esta población. En este sentido, recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Lau y col, 2014; Eur J Sport Sci 11-jul) en el que los autores examinaron los efectos de 6 semanas de HIT a diferentes intensidades, sobre la composición corporal y capacidad aeróbica en niños (edad: 10,4 años) con sobrepeso. El HIT de alta (12 repeticiones al 120% VAM, 6 min total) o baja (16 repeticiones al 100% VAM, 8 min total) intensidad se realizó 3 veces a la semana. Cada intervalo consistió en 15 s de carrera seguido de 15 s de recuperación pasiva. Los resultados mostraron que el HIT de alta intensidad provocó una mayor reducción de la suma de pliegues, así como mejoras más significativas de la capacidad aeróbica y test funcionales.

A ver si por fin nos convencemos que los niños con sobrepeso no necesitan largas sesiones de ejercicio que les aburren y son menos eficaces. Los que saben de esto, es decir, los licenciados y graduados en ciencias del deporte deben exprimir su imaginación para estructurar programas de HIT individualizados o grupales que no causen el rechazo del niño con sobrepeso. Eso sí, antes de aplicar HIT, el pediatra ha de dar el visto bueno desde el punto de vista del estado de salud del pequeño.

Hábitos sedentarios y riesgo de depresión

Parece que los estados de depresión se extienden entre la población en una aparente relación con los hábitos sedentarios y el sobrepeso. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (Zhai y col, 2014; *Br J Sports Med* 2-sep) en el que los autores estudiaron la relación entre el riesgo de depresión y el comportamiento sedentario de una población. Los autores incluyeron en el análisis 13 estudios transversales con 110152 sujetos y 11 estudios longitudinales con 83014 sujetos. Los resultados indicaron un mayor riesgo de padecer depresión cuando se tenían hábitos sedentarios, tanto en los estudios longitudinales como en los transversales. Entre los hábitos sedentarios más relacionados con la depresión se situaron: ver TV y utilizar el ordenador durante tiempo prolongado.

Nuevas evidencias, en este caso sobre la salud mental, del riesgo asociado a los hábitos sedentarios de la población.

Esperanza de vida y mortalidad en ex atletas de elite

Que el ejercicio disminuye la mortalidad por cualquier causa es evidente, y que el entrenamiento de los atletas de elite es muy exigente es una obviedad. Pero que pasa con la esperanza de vida y los índices de mortalidad en ex atletas en comparación con sujetos control. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Kettunen y col, 2014; Br J Sports Med 2-sep*) en el que los autores realizaron en Finlandia un seguimiento de 50 años de ex atletas de elite (resistencia aeróbica, deportes de equipo y atletas de potencia, n= 2363), así como de un grupo control (n= 1657). Los resultados mostraron que la esperanza de vida fue mayor en los de resistencia aeróbica (79,1 años) y deportes de equipo (78,8 años) que en los controles (72,9 años). En comparación con los controles y realizados los ajustes de estatus económico, el riesgo de mortalidad de los ex atletas de resistencia aeróbica y deportes de equipo fue menor que en los controles, y ligeramente menor en los ex atletas de potencia. La mortalidad de origen cardiaco y accidente cerebro vascular agudo fueron menores en ex atletas de resistencia aeróbica y deportes de equipo. La mortalidad por demencia, fue mayor en ex atletas de potencia, especialmente en boxeadores.

Este estudio, como otros similares, muestra que los ex atletas de elite tienen unos 5-6 años de mayor esperanza de vida que los sujetos sanos no deportistas de elite en su juventud. La menor mortalidad por enfermedad cardiovascular parece en parte debida a las menores tasas de tabaquismo, resultando especialmente baja la mortalidad por cáncer asociado al tabaco.

Suplementación con proteínas

La suplementación con proteínas es muy común entre los deportistas que entrenan fuerza, y está menos extendido en los que predomina el entrenamiento de resistencia aeróbica. Recientemente se ha publicado una completa revisión (*Pasiakos y col, 2014; Sports Med 29-ago*) sobre los estudios publicados hasta la fecha y que estudiaron si la suplementación con proteínas acelera la ganancia de masa muscular y la fuerza, resultando con ello una mejora en la potencia aeróbica y anaeróbica. Los estudios incluidos en el estudio (n=38) abarcaron personas sanas entre 18 y 50 años. Los resultados mostraron que para sujetos no entrenados la suplementación con proteínas no tuvo impacto sobre la masa muscular o fuerza muscular durante las semanas iniciales de entrenamiento de fuerz. Sin embargo, conforme la duración, frecuencia y volumen de entrenamiento aumentaron, la suplementación con proteínas promovió la hipertrofia muscular y la ganancia de fuerza. Por otra parte, la evidencia indica que la suplementación con proteínas puede mejorar la potencia aeróbica y anaeróbica.

En definitiva, siempre que el estímulo de entrenamiento sea el adecuado, y pasadas las primeras semanas de adaptaciones neurales al entrenamiento de la fuerza, la suplementación con proteínas parece ayudar a la mejora de la fuerza y de la hipertrofia muscular.

Medias de compresión y recuperación post-maratón

Ya he escrito sobre las medias de compresión varias veces en los últimos meses. Hasta la fecha los efectos fisiológicos asociados a las medias de compresión son escasos o inexistentes, pero aún así se sigue investigando sobre el tema. Recientemente se han publicado los resultados de otro estudio (*Armstrong y col, 2014; J Strength Cond Res 28(9)*) en el que los autores investigaron los efectos de las medias de compresión sobre la recuperación funcional post-maratón. Los sujetos llevaron las medias durante 48 h después de la carrera y se midió como índice de recuperación funcional el tiempo hasta el agotamiento en una prueba de esfuerzo corriendo realizada 14 días después. Previamente al maratón (14 días) los corredores realizaron otra prueba de esfuerzo con el mismo protocolo. Los resultados mostraron que en el grupo experimental (medias de compresión) el tiempo hasta el agotamiento en la prueba de esfuerzo aumentó un 2,6% (~52 s), mientras que en grupo control el tiempo descendió un 3,4% (~62 s). Aunque puede haber discusión sobre el protocolo de estudio utilizado o el efecto placebo de las propias medias, los resultados sugieren una mejor recuperación funcional en los corredores que llevaron las medias durante las 48 h siguientes a la carrera.

Como ya he comentado en anteriores post, no hay evidencias científicas claras en el momento que justifique llevar medias de compresión durante el ejercicio para mejora del rendimiento. Utilizarlas para aquello que inicialmente no estaba previsto inicialmente, como es la recuperación post-esfuerzo, puede que muestre efectos positivos que podrían afectar positivamente a la recuperación y por consiguiente al rendimiento. A mí, fisiológicamente me suena mejor esta opción, pero la investigación tendrá que demostrar su eficacia.

Ácidos grasos omega-3 y mejora del VO₂max

La suplementación con ácidos grasos poli-insaturados omega-3 (PUFA) está muy extendida entre deportistas de resistencia aeróbica, habiendo demostrado efectos interesantes sobre la salud, y siendo menos concluyente sobre mejora del rendimiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Zebrowska y col, 2014; Eur J Sport Sci 1-sep*) en el que investigaron los efectos de 3 semanas de suplementación con PUFA sobre la función endotelial y el VO₂max en atletas entrenados en resistencia aeróbica. La dosis de la suplementación con PUFA fue de 1,3 g, dos veces al día, durante 3 semanas), habilitando también un grupo placebo. Los resultados mostraron un aumento de los niveles de óxido nítrico en el grupo PUFA. El aumento del óxido nítrico se correlacionó con el incremento del VO₂max en los sujetos del grupo PUFA. Los resultados sugieren una mejora de la función endotelial con la suplementación de PUFA, con un aumento de la liberación de óxido nítrico, que puede tener un papel clave en los mecanismos de adaptación cardiovasculares al entrenamiento, y con ello efectos positivos sobre el rendimiento.

Este estudio muestra una razón más para recomendar la suplementación con ácidos grasos omega-3 en los deportistas de resistencia aeróbica.

HIT en insuficiencia cardiaca

Desde hace ya un tiempo el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT) se está aplicando en muchos pacientes de variadas patologías. En el caso de la insuficiencia cardiaca (IC) lo habitual es una prescripción de ejercicio continuo, pero el HIT se abre camino también como modo de entrenamiento en estos pacientes. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio piloto (*Angadi y col, 2014; J Appl Physiol 4-sep*) en el que se compararon los efectos del HIT vs entrenamiento continuo de moderada intensidad (MI) en pacientes con IC, sobre los valores de VO_{2pico} , disfunción diastólica ventricular izquierda y función endotelial. El HIT consistió en 4x4 min al 85-90% FCpico, con 3 min de recuperación activa, mientras que el MI consistió en 30 min al 70% FCpico. Los pacientes entrenaron 3 días/semana durante 4 semanas. Los resultados mostraron un aumento del VO_{2pico} con HIT y mejora de la disfunción ventricular izquierda, pero no hubo cambios en la función endotelial. No hubo modificaciones con el entrenamiento continuo. Los autores sugieren que el HIT puede ser un estímulo más eficaz que el entrenamiento continuo moderado para provocar adaptaciones en estos pacientes.

Nuevo estudio que muestra la eficacia del HIT en clínica, en este caso en pacientes con insuficiencia cardiaca, si bien la aplicación de HIT debe ser prudente en estos pacientes, ya que en algunos podría estar contraindicado. Los profesionales sanitarios tienen la obligación de conocer y entender esta modalidad de entrenamiento para realizar una prescripción correcta y precisa.

Lipólisis en mujeres vs hombres

Durante el ejercicio se produce una activación simpático-adrenal con elevación de los niveles plasmáticos de adrenalina y noradrenalina. Esta activación simpático-adrenal estimula los fenómenos de lipólisis con el fin de facilitar la utilización de ácidos grasos como combustible durante el ejercicio. Los datos disponibles hasta la fecha sugieren que las mujeres parecen más sensibles a la acción lipolítica de la adrenalina que los hombres, siendo similares los efectos glucoreguladores. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Schmidt y col, 2014; J Appl Physiol 4-sep*) en el que los autores trataron de determinar si los receptores adrenérgicos pueden mediar en esas diferencias ligadas al género. Para ello fueron estudiados hombres y mujeres durante 4 días no consecutivos, bajo condiciones de estimulación de diferentes receptores adrenérgicos, determinando los efectos de cada uno de ellos sobre distintos marcadores de lipólisis. Los resultados mostraron que la mayor tasa de lipólisis que ocurre en las mujeres bajo la influencia de la adrenalina es debido a una menor activación de los receptores α_2 -antilipolíticos. Estos hallazgos pueden ayudar a explicar por qué las mujeres tienen una mayor activación de la lipólisis durante el ejercicio.

Aunque este perfil de investigación puede interpretarse como “lejana” desde un punto de vista de la aplicación práctica, lo cierto es que estos hallazgos y otros similares nos ayudan a entender las diferentes respuestas que hombres y mujeres manifiestan frente a ejercicios equivalentes, y que condicionan en muchas ocasiones el rendimiento alcanzado.

Tapering en corredores de resistencia aeróbica

La puesta a punto ("*tapering*") antes de la competición es una de las claves para alcanzar un alto rendimiento deportivo. Los corredores de elite lo saben bien y cuidan con detalle las cargas de trabajo administradas en este periodo, pero los aficionados con frecuencia gestionan incorrectamente esta parte del entrenamiento, casi siempre entrenando en exceso antes de la competición por el temor de perder las adaptaciones alcanzadas las semanas previas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Spilsbury y col, 2014; Eur J Sport Sci 5-sept*) en el que se analizó el *tapering* de atletas de elite de resistencia aeróbica, desde medio fondistas hasta maratonianos. El periodo de puesta a punto tuvo una duración de 6 días para medio-fondistas y fondistas hasta los 10 k, y de 14 días en los maratonianos. En este periodo el volumen de entrenamiento continuo se redujo en un 70% en los medio-fondistas y fondistas hasta los 10 k, y en un 53% en los corredores de maratón. El volumen de entrenamiento interválico de alta intensidad, en un 53%, 63% y 64% respecto al entrenamiento normal, en medio-fondistas, fondistas hasta 10 k y maratonianos, respectivamente. Durante el *tapering* la intensidad pico del entrenamiento interválico fue superior a la velocidad media de carrera en fondistas hasta 10 k y maratonianos, en un 112 y 114%, mientras que no fue diferente en medio-fondistas.

La puesta a punto más adecuada para la competición en resistencia aeróbica pasa por reducir drásticamente el volumen de entrenamiento, manteniendo en la medida de lo posible la intensidad.

Deca-ironman vs triple deca-ironman

Parece que las pruebas de ultra-distancia van ganando adeptos entre aquellos atletas que buscan motivaciones algo distantes de lo que se entiende como “rendimiento deportivo”, y más cercanas al deporte-aventura. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Knechtle y col, 2014; Springerplus 24-ago*) en el que los autores compararon el rendimiento de ultra-triatletas que compitieron en pruebas de deca-ironman (10 veces un ironman) y triple deca-ironman (30 veces un ironman). Los tiempos medios de los finishers en el deca-ironman fueron de 1h19min, 6h36min, 6h03 min y 14 h 44 min, para los parciales de natación, ciclismo, carrera y tiempo total. Los tiempos medios de todas las disciplinas fueron aumentando a lo largo de los diez días. Por su parte los tiempos medios de los finishers del triple deca-ironman fueron 1h11min, 6h19min, 5h34min y 13h44min, para los parciales de natación, ciclismo, carrera y tiempo total. En este caso, ni los tiempos parciales, ni el tiempo total, se modificaron a lo largo de los 30 días. Tampoco se modificaron los tiempos de transición entre las disciplinas.

No sé, a mi me parece una pasada realizar un ironman cada día durante 10 ó 30 días, y la verdad es que no estoy seguro que estas pruebas nos aporten algo desde un punto de vista fisiológico. En cualquier caso, como deportista y como fisiólogo, mi reconocimiento a aquellos que por un motivo u otro se lanzan a estas aventuras de finales inciertos.

Prevalencia de lesiones en CrossFit

La modalidad de entrenamiento denominada CrossFit está creciendo en aceptación en todo el mundo desde su lanzamiento hace 12 años. Esta modalidad de ejercicio ha sido y es muy criticada por ciertos sectores, esgrimiendo la elevada prevalencia de lesiones asociadas a esta práctica, incluyendo rhabdomiolisis (destrucción muscular masiva) y patologías musculoesqueléticas. Pero lo cierto es que hay muy pocos estudios que hayan investigado la prevalencia real de lesiones asociadas a la práctica de CrossFit. Hace 1 año se publicó el primer estudio (*Hak y col, 2013; J Strength Cond Res 22-nov*) que trató de determinar la tasa de lesiones y su naturaleza. Se recogieron 132 encuestas de deportistas habituales de CrossFit observando que el 73,5% de los encuestados manifestó haber padecido alguna lesión durante el entrenamiento de CrossFit, calculándose una tasa de lesión de 3,1 por 1000 horas de entrenamiento. El 7% de las lesiones requirieron intervención quirúrgica como tratamiento. La prevalencia de lesiones en el CrossFit fue similar a la observada en deportes olímpicos como la halterofilia y la gimnasia deportiva, y menores que en deportes de contacto como el rugby. Las lesiones de hombro y espalda fueron predominantes.

Los resultados de este estudio no son sorprendentes teniendo en cuenta el tipo de actividad. Las empresas que comercializan este producto debería ser especialmente cuidadosas en contratar a profesionales altamente cualificados para impartir esta actividad, solo así, esta modalidad deportiva se irá alejando de la vinculación, esgrimida por algunos, a la irremediable lesión.

HIT y β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB)

Estudios han demostrado que la suplementación con β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) junto con el entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad (HIT) se asociaba a mejoras significativas del rendimiento aeróbico. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Robinson y col, 2014; *J Int Sco Sports Nutr* 26-abr) cuyo objetivo fue examinar los efectos de HMB asociado a HIT sobre el VO_2 max, umbrales ventilatorios y tiempo hasta el agotamiento en un test. Se proyectó un estudio diseño doble ciego con un grupo control, otro placebo y otro experimental (3 g/día de HMB). En entrenamiento HIT consistió en 12 sesiones de 5-6 repeticiones al 80-120% W_{max} de 2 min, con 1 min de recuperación. Los resultados mostraron que el grupo experimental mejoró significativamente más el VO_2 max y el umbral ventilatorio 1 (VT1) que el grupo que entrenó HIT sin HMB, o control.

Asociar la suplementación de HMB al entrenamiento HIT en los periodos de la temporada que esta modalidad de entrenamiento esté presente quizás sea una buena opción, aunque futuros estudios deben confirmar estos hallazgos antes de llegar a formular esta recomendación de manera generalizada.

Los atletas de elite viven más años que la población general

El debate sobre esta cuestión está abierto desde hace tiempo, y los diferentes estudios publicados no logran “atar todos los cabos” antes de pronunciarse de forma concluyente sobre esta cuestión. Recientemente un grupo español ha publicado los resultados de un meta-análisis (*Garatachea y col, 2014; Mayo Clin Proc 89: 1195*) cuyo objetivo fue aportar datos fiables sobre la mortalidad de los atletas de elite. Diez estudios fueron incluidos en el análisis para un total de 42807 atletas (707 mujeres). Aunque la heterogeneidad de los grupos fue importante en varios análisis, los resultados sugieren que los atletas de elite viven más que la población general, teniendo un menor riesgo de padecer enfermedad cardiovascular o cáncer, que constituyen las dos primeras causas de mortalidad.

Los resultados de este estudio no son sorprendentes, más bien esperados, y con este meta-análisis se añaden nuevas evidencias que refuerzan la idea de que el ejercicio y/o los hábitos asociados a su realización (alimentación saludable, restricción de tabaco y alcohol, exámenes de salud preventivos, etc.) protegen de alguna manera frente a las principales causas de muerte en países desarrollados.

Cuestionando el número de repeticiones en un %1RM

Con frecuencia los programas de fuerza se aplican con formatos estructurados en base a unas repeticiones objetivo asociadas a un %1RM, pero investigaciones previas han cuestionado este modelo ya que el número de repeticiones para un %1RM dado puede diferir significativamente entre individuos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Richens y Cleather, 2014; Biol Sport 31: 157-61*) en el que los autores evaluaron los efectos del entrenamiento específico en atletas sobre el número de repeticiones efectuadas a diferentes % de 1RM. Participaron en el estudio atletas de levantamiento de pesas y corredores de resistencia aeróbica. Todos realizaron el máximo número de repeticiones al 90%, 80% y 70% de 1RM de press de piernas. Los resultados mostraron que los corredores realizaron un mayor número de repeticiones al 70% (39,9 vs 17,9) y al 80% (19,8 vs 11,8), no observando diferencias al 90% 1RM. Las diferencias pueden ser explicadas por las diferentes adaptaciones en la fuerza atribuibles a los distintos programas entrenamiento de los atletas.

Las guías tradicionales de número de repeticiones asociadas a diferentes % 1RM pueden subestimar el potencial de algunos atletas, especialmente los de resistencia aeróbica. Como siempre, la individualización es la mejor opción, aunque sea la más laboriosa.

Electromioestimulación en nadadores

La aplicación de electroestimulación muscular ha despertado el interés de los investigadores en los últimos meses, y como resultado del mismo se han incrementado significativamente las publicaciones sobre sus aplicaciones en el ámbito del rendimiento. Hace un par de años ya se publicaron los resultados de un estudio (*Girold y col, 2012; J Strength Cond Res 26: 497-505*) que he querido rescatar. Los investigadores compararon los efectos de un programa de fuerza vs un programa de electromioestimulación en nadadores de nivel nacional. Los programas se desarrollaron durante 4 semanas, y se compararon el momento de fuerza pico de extensión de brazo a varias velocidades angulares, rendimiento y frecuencia y longitud de brazadas en una prueba de 50 m crol. Los resultados mostraron que ambos programas mejoraron el momento de fuerza pico, sin diferencias entre ellos. La longitud de la brazada aumentó en el grupo de fuerza, pero no en el de electroestimulación, y la velocidad de nado mejoró en ambos grupos sin diferencias entre ellos.

Este estudio resalta la importancia del entrenamiento de fuerza en nadadores, y muestra la eficacia de la electromioestimulación en el rendimiento. Sobre como encajar en la programación del entrenamiento convencional esta técnica, o como estructurar los protocolos de electroestimulación, no hay directrices claras por el momento.

Ejercicio aeróbico antes de entrenamiento de fuerza

El entrenamiento concurrente (combinación de entrenamiento de resistencia aeróbica y fuerza) es muy habitual, especialmente en los centros de fitness. Los estudios indican que puede existir una cierta "incompatibilidad", es decir, que las adaptaciones de ambos entrenamientos pueden llegar a no ser óptimas cuando se entrecruzan en una misma sesión. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Panissa y col, 2014; J Strength Cond Res 25-sep*) en el que los autores observaron los efectos de realizar un ejercicio aeróbico corriendo o pedaleando en bicicleta sobre el rendimiento en fuerza. Los sujetos voluntarios fueron sometidos a 3 condiciones experimentales: 1) Control (C), 4 series de repeticiones máximas al 80% 1RM de medias sentadillas; 2 y 3) carrera o pedaleo en bicicleta intermitente (15x1 min, con 1 min de recuperación a velocidad aeróbica máxima) seguido por el protocolo de fuerza. Los resultados mostraron que tanto el número de repeticiones como el volumen total de la sesión fueron mayores cuando el ejercicio de fuerza no se precedió de ejercicio de resistencia aeróbica, siendo esta interferencia mayor después del pedaleo en bicicleta.

Que el entrenamiento de resistencia aeróbica previo al ejercicio aeróbico influye en el rendimiento de este último está claro. Que el entrenamiento concurrente puede mostrar, en algunos protocolos y para ciertos objetivos, interferencia negativa, también está documentado. Pero la realidad es que miles de personas realizan entrenamiento concurrente en una misma sesión de entrenamiento por motivos de economía del tiempo. Si es así, y bajo mi punto de vista, el entrenamiento aeróbico debería preceder siempre al de fuerza, y ese entrenamiento de resistencia aeróbica debería ser intermitente de alta intensidad.

La dieta más eficaz que el ejercicio para perder peso

Los índices de sobrepeso siguen aumentando en nuestra sociedad, habiéndose propuesto diferentes estrategias individuales para tratar de frenar este avance epidémico. Esas estrategias se basan en tres pilares: dieta, ejercicio y apoyo psicológico, aplicándose solos o en combinación. Diferentes estudios han tratado de verificar que medida es más eficaz. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (Johns y col, 2014; *J Acad Nutr Diet* 114: 1557) en el que los autores examinaron la efectividad clínica de programas diferentes sobre la pérdida de peso. Para ello compararon protocolos de ejercicio + dieta vs solo dieta y ejercicio + dieta vs solo ejercicio en más de 1000 mujeres con sobrepeso. Los resultados mostraron que a corto plazo (3 y 6 meses) no hubo diferencias entre dieta + ejercicio y dieta solo; sin embargo a los 12 meses perdieron más peso el grupo dieta + ejercicio vs dieta solo. Por otra parte, cuando compararon dieta + ejercicio vs solo ejercicio, observaron que a corto (3 y 6 meses) y a largo plazo (12 y 18 meses) fue más eficaz la combinación de ejercicio + dieta que solo ejercicio.

En mi opinión y para la mayoría de las personas con sobrepeso, la medida individual más eficaz es el apoyo psicológico, seguida de la dieta y por último el ejercicio. El apoyo psicológico tiene el objetivo de reconducir los hábitos de alimentación lo que constituye implícitamente la aplicación de una dieta. Por otra parte en la mayoría de las personas con sobrepeso la aplicación únicamente de dietas será un fracaso a medio y largo plazo. Por último, solo un plan de ejercicio muy difícilmente podrá compensar una inadecuada alimentación, y si tenemos en cuenta que a la mayoría de las personas no les gusta el ejercicio el resultado previsible será el abandono del programa que es lo que suele suceder. Así pues, lo más eficaz, pero también lo más difícil de aplicar (la mayoría de las veces por la inseguridad de compartir objetivos con otros profesionales) es la combinación de los tres pilares básicos: apoyo psicológico + dieta + ejercicio.

Ejercicio aeróbico antes de entrenamiento de fuerza (comentario)

Ante el debate abierto por la publicación del post que lleva este título quisiera puntualizar:

Mi opinión en ese post, se refiere al entrenamiento concurrente, es decir, al entrenamiento conjunto aeróbico y fuerza. Este tipo de entrenamiento es utilizado por miles de personas que no pretenden adaptaciones altamente específicas de resistencia aeróbica, ni de fuerza, teniendo como objetivo que en la misma sesión se entrenen el máximo de cualidades (se podría añadir flexibilidad, potencia, velocidad, etc.).

Si lo que se pretende es potenciar la resistencia aeróbica, entonces no se debe mezclar con la fuerza en la misma sesión, y si lo que pretendemos es trabajar la fuerza (potencia, hipertrofia, fuerza máxima, etc), entonces no está indicado unir a la misma una sesión de entrenamiento aeróbico, con un calentamiento general será suficiente.

Cafeína: ayuda ergogénica eficaz

Si hay una ayuda ergogénica que unánimemente se considere eficaz en la mejora del rendimiento de resistencia aeróbica, esa es la cafeína. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Black y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 10-sep) en el que los investigadores examinaron los efectos de la cafeína sobre las respuestas fisiológicas y de percepción del esfuerzo durante el ejercicio de resistencia aeróbica. Los sujetos del estudio realizaron test de fuerza, test al 95% del umbral láctico y test en fase III (> máximo estado estable del lactato). Los resultados mostraron que la cafeína mejoró la fuerza máxima voluntaria y el reclutamiento de fibras musculares en ejercicio de extensión de piernas. Igualmente la cafeína mejoró el rendimiento durante pedaleo en bicicleta, pero no tuvo efectos significativos sobre la percepción del esfuerzo o dolor.

Desde un punto de vista práctico la recomendación es ingerir 5 mg de cafeína / kg de peso, 1-2 horas antes de la competición de resistencia aeróbica, teniendo en cuenta: 1) no hay más efectos por tomar dosis más altas; 2) si la competición dura más de 4 horas se puede repetir la dosificación intra-carrera; 3) los habituados a la cafeína obtienen menores efectos fisiológicos y sobre el rendimiento; y 4) siempre probarlo antes de la competición.

¿Entrenamiento en ayunas?

Entrenar “en ayunas” es una modalidad de entrenamiento que ha ganado popularidad especialmente entre los corredores. Técnicamente llamamos “estar en ayunas” al hecho de no haber ingerido alimentos, ni líquidos, ni sólidos, durante al menos 8 h. Este es el estado en el que se desarrolla habitualmente el “entreno en ayunas”, y suele corresponder al momento en el que nos encontramos por la mañana al levantarnos después del periodo nocturno de sueño. Durante la noche, seguimos consumiendo hidratos de carbono para abastecer de energía nuestras células, y dado que no ingerimos alimentos los hidratos de carbono utilizados serán fundamentalmente los almacenados en el hígado, pudiendo descender hasta un 60% sus reservas. Entonces, si corremos al levantarnos por la mañana sin desayunar, habiendo cenado normalmente la noche anterior, no estaremos “vacíos” de hidratos de carbono (glucógeno), sino que nos quedarán reservas en el hígado, y prácticamente todo el glucógeno muscular, cuyos depósitos son hasta 4 veces mayores que los hepáticos y que no se consumen con una noche sin ingerir alimentos. Si realmente queremos entrenar “vacíos de glucógeno”, deberíamos realizar el día anterior una sesión de al menos 2 h de ejercicio continuo o intermitente, y no ingerir hidratos de carbono de reposición después del entrenamiento; así al levantarnos por la mañana estaríamos técnicamente “vacíos” de glucógeno tanto en el tejido hepático como en el muscular. Por lo tanto, hay una diferencia sustancial entre *entrenar en ayunas* con los depósitos de hidratos de carbono musculares conservados y los del hígado al 40%, respecto a entrenar con ambos depósitos vacíos de glucógeno. Habitualmente se realiza entrenamiento en ayunas en el primero de los escenarios, hacerlo con las reservas de glucógeno realmente vacías no es nada agradable, siendo además mal tolerado por la mayoría de los atletas.

Muchos de los que creen entrenar en ayunas deben saber que el glucógeno muscular solo se puede metabolizar en el propio músculo (no puede salir a sangre como glucosa), y por tanto, el mero hecho de correr 40 min sin desayunar después de levantarse les otorga escasas adaptaciones metabólicas en relación a la mejora del metabolismo de las grasas ya que el glucógeno muscular está básicamente conservado. Eso sí, podrán presumir de estar a la última, “entrenando en ayunas”.

Enjuague oral con hidratos de carbono

La ingesta de hidratos de carbono durante el ejercicio es recomendable en aquellas actividades de más de 30 min de duración. Así, si la actividad a desarrollar está entre 30 y 60 min se requiere un aporte pequeño de hidratos de carbono con el fin de optimizar el rendimiento. Debido a que en muchas personas la ingesta de hidratos de carbono (aún en pequeña cantidad) pueden asociarse con molestias gastrointestinales y con ello afectar negativamente el rendimiento, la recomendación actual es el enjuague oral durante unos 10 s con una solución que contenga hidratos de carbono (ej. glucosa + fructosa). En este sentido el enjuague oral ha mostrado su eficacia y la mejora del rendimiento en resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Jensen y col, 2014; Int J Sport Nutr Exerc Metab 8-sep*) en el que los autores determinaron los efectos del enjuague con hidratos de carbono sobre la contracción máxima voluntaria en estado de fatiga muscular. Los resultados mostraron que el enjuague con solución de hidratos de carbono atenuó el descenso del momento de fuerza pico en estado de fatiga, lo que puede tener una aplicación en el rendimiento deportivo.

Así pues, en ejercicios de menos de 30 min de duración en principio no son necesarios los hidratos de carbono exógenos para mejorar o aumentar el rendimiento. Si el tiempo va de 30 min a 60 min se recomienda el enjuague oral. Entre 1 y 2 horas la recomendación es hasta 30 g/hora. Entre las 2 y las 3 horas la recomendación es de hasta 60 g/hora. Por último, por encima de 3 h, se recomienda importantes cantidades de hidratos de carbono (hasta 90 g/h).

Entrenamiento de apnea y mejora del rendimiento

El entrenamiento de la apnea además de mejorar la duración de la misma, provoca adaptaciones fisiológicas como aumentos de hematocrito, de concentración de eritropoyetina, de la masa de hemoglobina y de los volúmenes pulmonares. Además, se reduce la acidosis y el estrés oxidativo. La pregunta es: ¿por qué los atletas de resistencia aeróbica no entrenan específicamente la apnea?. Repasemos algunos efectos del entrenamiento específico de la apnea: 1) la apnea (3-4 apneas separadas de 2 min de recuperación) provoca una contracción esplénica (bazo) que incrementa los glóbulos rojos circulantes, y esto aumenta el hematocrito y la hemoglobina independientemente de la hemoconcentración, reduciendo la desaturación de oxígeno, y prolongando con ello la duración de la apnea; 2) se ha observado un aumento de la concentración de EPO (eritropoyetina) en un 24% después de apneas repetidas, con un valor pico a las 3 h post-apnea, retornando a valores basales 2 h después de alcanzar el pico. El descenso del flujo sanguíneo renal durante la apnea parece ser el estímulo más importante de la producción de EPO por el riñón. Hay que considerar que el aumento de hematocrito como resultado de una apnea desaparece a los 10 min después de la última apnea, hecho importante a considerar si se quiere utilizar esta maniobra de cara a la mejora del rendimiento. Los efectos a largo plazo (adaptaciones) del entrenamiento de apnea se asocian con un aumento de la masa de hemoglobina. También el volumen espiratorio forzado parece mejorar con el entrenamiento de la apnea, con aumento del VO_2max . Por otra parte, el aumento de la EPO se ha relacionado con una mejora de la capacidad buffer muscular, lo que reduciría la acidosis en ejercicios de alta intensidad, algo que podría beneficiar al rendimiento.

El entrenamiento de la apnea con la finalidad de mejora del rendimiento está infrutilizado en muchas disciplinas deportivas que podrían beneficiarse de él, pudiendo incluso presentarse como alternativa a la hipoxia normo e hipobárica. El requisito indispensable para utilizar este entrenamiento es conocer sus bases fisiológicas, los protocolos de aplicación y las adaptaciones asociadas más relevantes.

Press de banca concéntrico vs excéntrico

Las contracciones musculares excéntricas generan más tensión interna muscular (fuerza) que las concéntricas; por ello, su utilización está bastante extendida entre los deportistas de fuerza. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Kelly y col, 2014; *J Strength Cond Res* 29-sep) en el que los investigadores determinaron si el press de banca realizado excéntricamente (ECC) provocaba más ganancia de fuerza (1RM) que el realizado concéntricamente. También se compararon las posibles diferencias en el número de repeticiones hasta el fallo en diferentes %1RM (60,70,80,90% 1RM). El movimiento excéntrico se fijó a una duración de 3 s. Los resultados mostraron que el 1RM fue mayor con ECC (115,99 kg) que con CON (93,56 kg). Por otra parte el número de repeticiones al 90% 1RM fue mayor en ECC, no habiendo diferencias en los otros porcentajes. Los datos confirman que la contracción excéntrica se asocia a una mayor fuerza aplicada (~120%) en relación a la contracción concéntrica, y además se asocia a mayor resistencia a la fatiga a altas intensidades (90% 1RM).

Aunque los entrenadores de fuerza utilizan sistemáticamente el entrenamiento excéntrico en sus programas de entrenamiento, los deportistas aficionados con frecuencia desconocen los beneficios de este tipo de entrenamiento. Además, en el entrenamiento clínico es aún un gran desconocido a pesar de requerir menos oxígeno para la contracción y por consiguiente estar indicado en pacientes con enfermedades que inciden en el sistema aeróbico (ej. insuficiencia cardiaca).

Entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo en edad avanzada

El entrenamiento de fuerza de alta intensidad se recomienda para frenar la pérdida de fuerza y masa muscular con el paso de los años, pero la realidad es que una parte importante de esa población no puede alcanzar ese grado de intensidad. Como alternativa, se plantea entrenamiento de fuerza de baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Vechin y col, 2014; *J Strength Cond Res* 26-sep) cuyo objetivo fue comparar los efectos de un protocolo de fuerza de alta intensidad (4x10 repeticiones 70-80% 1RM) frente a otro de baja intensidad con restricción de flujo sanguíneo (4 series (1x30 y 3x15 repeticiones), 20-30% 1RM). Participaron sujetos de ambos sexos y edad media de 64 años durante un periodo de estudio de 12 semanas. La presión de oclusión de la pierna fue establecida en 50% de la máxima presión de la arteria tibial y sostenida durante toda la sesión de entrenamiento. Los resultados mostraron que ambos protocolos fueron efectivos en la mejora del 1RM de prensa de piernas, y área transversal del cuádriceps, aunque el protocolo de alta intensidad se asoció a mayor ganancia de fuerza.

El entrenamiento de fuerza de baja intensidad bajo restricción del flujo sanguíneo se muestra como una alternativa al entrenamiento tradicional, especialmente en poblaciones con deterioro importante de la fuerza, como es la edad avanzada. Además de sus aplicaciones en el ámbito deportivo, la restricción de flujo sanguíneo abre un campo muy interesante en el entrenamiento clínico de la fuerza, a falta de precisar las indicaciones y contraindicaciones en cada caso.

Estiramientos, inhibición pre-sináptica y potencia

El estiramiento antes y después de la realización de ejercicio está siendo cuestionado últimamente esgrimiendo diferentes factores que pueden afectar negativamente al rendimiento. No obstante poco es conocido sobre los efectos neuromusculares del estiramiento, excitabilidad de la motoneurona e inhibición pre-sináptica del músculo. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Clark y col, 2014; J Sports Med Phys Fitness 54: 605*) en el que los investigadores examinaron los efectos de estiramientos estáticos y dinámicos sobre aspectos neuromusculares y de potencia muscular del músculo sóleo. Los resultados mostraron como después del estiramiento dinámico la inhibición pre-sináptica disminuyó, mientras que el estiramiento estático no produjo cambios significativos. No obstante el estiramiento dinámico no mejoró la potencia muscular. Este estudio es el primero en relacionar mecanismos neurológicos asociados al estiramiento con la potencia muscular.

La inhibición pre-sináptica se refiere a la activación axo-axónica en el botón pre-sináptico que provocará liberación de neurotransmisor, activación de receptores pre-sinápticos e inhibición de apertura de los canales de Ca^{++} , con lo que la llegada de un potencial de acción en esas condiciones se asociará a menor apertura de canales de calcio y menor liberación de neurotransmisor, y por tanto un potencial de acción de menor amplitud en la terminal post-sináptica. Pues bien, los resultados de este estudio sugieren que el estiramiento dinámico disminuiría esta inhibición pre-sináptica y con ello sería posible provocar una mayor tensión muscular (fuerza). Así pues, el debate sigue abierto en relación a la conveniencia o no de los estiramientos antes del ejercicio.

Breve recuperación entre series de entrenamiento de fuerza en edad avanzada

La determinación óptima de la recuperación entre series es sumamente compleja para cualquier entrenamiento interválico, ya sea aeróbico, ya sea de fuerza. Por otra parte, las investigaciones que tratan de arrojar luz en este sentido casi siempre están generadas en el torno de los atletas o de sujetos jóvenes, con escasos estudios en personas de edad avanzada. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Villanueva u col, 2014; Eur J Appl Physiol 8-oct) en el que los investigadores determinaron si 8 semanas de entrenamiento de fuerza (RT) utilizando breves periodos de descanso entre series (RI) (60 s), se asociaba a mayores adaptaciones en comparación a protocolos con recuperaciones entre series más prolongadas (SL) (4 min). Los sujetos (~70 años) entrenaron fuerza 3 días por semana. Los resultados mostraron que los dos grupos de entrenamiento mejoraron distintas variables relacionadas con la fuerza de manera significativa, pero las mejoras fueron mayores en composición corporal (masa libre de grasa), rendimiento muscular (fuerza) y rendimiento funcional (potencia al levantarse de la silla).

Igual que ocurre con los atletas que buscan rendimiento, es muy importante que las personas de edad avanzada a las que se prescribe entrenamiento de fuerza, estén rodeados de profesionales cualificados que sepan estructurar protocolos idóneos para cada indicación. Ya no vale disponer de un envase de leche para hacer fuerza y prevenir la osteoporosis como se preconizaba hace algunos años, hoy las personas de edad avanzada necesitan disponer de gimnasios adecuados a sus necesidades y buenos profesionales actualizados en sus conocimientos.

Entrenamiento caminando en pendiente negativa

El entrenamiento en pendiente negativa ha demostrado importantes adaptaciones en corredores que tienen influencia en el rendimiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Maeo y col, 2014; *Int J Sports Med* 6-oct) en el que los investigadores examinaron los efectos a corto plazo de un programa de caminar en descenso de escasa frecuencia. Los sujetos del estudio realizaron una sesión de ejercicio caminando en pendiente negativa (40 min a 5 km/h, -28% pendiente) a la semana durante 4 semanas. Los resultados mostraron una mejora de la fuerza excéntrica y concéntrica isocinéticas de los músculos extensores de la rodilla en todas las velocidades angulares, especialmente en la fuerza excéntrica. También mejoró significativamente la fuerza isométrica. Los marcadores de daño muscular aumentaron después de la primera sesión, normalizándose en las siguientes.

El entrenamiento en pendiente negativa debería estar contemplado en los planes de trabajo de muchos deportistas, y también en muchos planes de entrenamiento en pacientes. Así, un paciente con insuficiencia cardiaca moderada y por tanto con una limitación importante para cualquier modalidad de ejercicio aeróbico, se ve abocado en muchos casos a la no realización de actividad física agravando con ello la limitación periférica (extracción de oxígeno) y acelerando la pérdida de fuerza. Un programa bien diseñado para estos pacientes con pendiente negativa tiene enormes beneficios fisiológicos que repercutirán en el pronóstico de la enfermedad y en la calidad de vida de los pacientes.

Ejercicio de resistencia aeróbica y función del ventrículo derecho

El ejercicio prolongado de resistencia aeróbica se ha asociado, en algunos estudios, a disfunción del ventrículo izquierdo (LV). Recientes estudios han sugerido que la disfunción principal podría evidenciarse en el ventrículo derecho (RV). Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (*Elliot y LaGerche, 2014; Br J Sports Med 3-oct*) en el que se estudió si el ejercicio aeróbico de prolongada duración afecta a la funcionalidad del ventrículo derecho. Entre los criterios de inclusión en el estudio, los sujetos debían realizar ejercicio de al menos 90 min, evaluando la función del RV en la primera hora post-ejercicio. Se incluyeron en el análisis 14 estudios para un total de 329 participantes. Los resultados mostraron una asociación entre la realización de ejercicio de resistencia aeróbica prolongado con una reducción de la función del ventrículo derecho, mientras que la del ventrículo izquierdo no se modificó.

Estos resultados y otros relacionados con la afectación de la función de las aurículas en deportistas de resistencia aeróbica, obligan a plantear futuros estudios en los que se valore las posibles consecuencias clínicas de episodios de ejercicio aeróbico de duración prolongada sobre la función del ventrículo derecho. En definitiva, en el momento actual no sabemos si los ultramaratones y pruebas de similares características, pueden llegar a provocar a largo plazo problemas de salud cardiovascular.

Efectos del entrenamiento a corto plazo

El entrenamiento induce adaptaciones a medio y largo plazo que posibilitan una mejora del rendimiento en todas las cualidades deportivas. No se conocen bien los mínimos plazos de entrenamiento asociados a mejoras objetivas del rendimiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Riiser y col, 2014; *J Sports Med Phys Fitness* 6-oct) cuyo objetivo fue valorar los efectos de 5 sesiones de entrenamiento distribuidas en 2 semanas sobre el rendimiento en 3000 m corriendo. Los sujetos del estudio fueron distribuidos en 3 grupos: 1) control; 2) 4x4 min alta intensidad; 3) entrenamiento continuo. Los grupos que entrenaron mejoraron el tiempo de los 3000 m un 6% (~50 s) en comparación al grupo control. Se observó una relación inversa entre la mejora obtenida y el rendimiento inicial pre-entrenamiento.

Este estudio sugiere que solo 5 sesiones de entrenamiento de 16 min de duración por sesión, puede mejorar el rendimiento en una prueba de 3 K en casi 1 minuto. Este es un área de investigación muy interesante en resistencia aeróbica: ¿cuál es la secuencia temporal de adaptaciones funcionales con el entrenamiento? ¿qué adaptaciones ocurren antes, las centrales o las periféricas? ¿existe un perfil genético “respondedor precoz al entrenamiento”? ¿por qué unos sujetos se adaptan antes?.

Gasto energético durante la actividad sexual

Determinar el gasto energético de la actividad sexual es demasiado complejo; primero, porque metodológicamente es complicado al aplicar sistemas de medida no interferir en el proceso natural del acto sexual; y segundo, y más importante, debido a que los escenarios y las situaciones donde se desarrolla el acto sexual es demasiado variable. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Frappier y col, 2014; PLoS One 24-oct*) en el que los investigadores determinaron el gasto energético (Kcal) durante la actividad sexual llevada a cabo en su entorno natural por jóvenes parejas, al tiempo que se comparó con el gasto energético de una sesión de 30 min de carrera a intensidad moderada. Participaron 21 parejas (edad media: 22,6 años) en los que se estimó el gasto energético por medio del sistema *Mini SeseWear Amband*, un multisensor que se coloca sobre el tríceps y que recoge temperatura, flujo de calor, respuesta galvánica de la piel y movimiento, y que ha sido validado recientemente (Reeve y col, 2014; *J Sci Med Sports 17:630*). Los resultados mostraron que la media de gasto energético durante la actividad sexual fue de 101 kcal ó 4,2 kcal/min en hombres y 69,1 kcal ó 3,1 kcal/min en mujeres. La intensidad media fue de 6,0 METS (~21 mlO₂/kg/min) en hombres y 5,6 METS (~19,61 mlO₂/kg/min) en mujeres, lo que representa una intensidad moderada. El gasto energético y la intensidad durante los 30 min de carrera fue de 276 kcal ó 9,2 kcal/min ó 8,5 METS (~29,7 mlO₂/kg/min) en hombres, y 213 kcal ó 7,1 kcal/min ó 8,4 METS (~29,4 mlO₂/kg/min) en mujeres.

Este es de los primeros estudios capaces de valorar el gasto energético de la actividad sexual sin ocasionar demasiadas interferencias en su desarrollo. En cualquier caso, los resultados están en la línea de lo publicado con anterioridad, es decir, la actividad sexual se asocia habitualmente a un ejercicio de moderada intensidad. Está claro que esa actividad puede convertirse en muy intensa cuando se den las condiciones adecuadas.

Apnea del sueño y capacidad funcional

La apnea del sueño (OSA) es un trastorno asociado con un aumento de riesgo de eventos cardiovasculares, por lo que es importante el diagnóstico y tratamiento precoz. No están claros los mecanismos ni la verdadera influencia de padecer OSA respecto al descenso de la capacidad funcional de los pacientes. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Beitler y col, 2014; *J Clin Sleep Med* 17-oct) en el que los investigadores trataron de relacionar la OSA con un descenso de la capacidad funcional de los pacientes. Se compararon pacientes con OSA severa (>15 eventos/hora) con sujetos control o con OSA leve. Los resultados mostraron que en la prueba de esfuerzo el %VO₂max predicho fue menor en pacientes con OSA severa (70,1% vs 83,3%). Asimismo se observó que el número de eventos de apnea se relacionó directamente con el descenso del %VO₂max alcanzado. Este estudio sugiere que la apnea del sueño está asociada a un descenso de la capacidad funcional de los pacientes.

Los deportistas, especialmente máster, que padecen apnea del sueño pueden ver afectado su rendimiento en competición de manera significativa. El tratamiento adecuado de esta enfermedad puede, además de minimizar los factores de riesgo cardiovascular asociados, mejorar el rendimiento de los deportistas que la padecen.

Entrenamiento de alta intensidad post-cirugía de cáncer de pulmón

El entrenamiento físico cada vez está más extendido entre pacientes con cáncer, pero es menor común después de la cirugía. Muchos pacientes con cáncer de pulmón tienen muy baja capacidad funcional, y además la cirugía de resección de pulmón reduce aún más esa capacidad, llegando a afectar a la realización de actividades cotidianas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Edvardsen y col, 2014; Thorax 16-oct*) cuyo objetivo fue aplicar ejercicio de resistencia aeróbica de alta intensidad y ejercicio de fuerza (60 min, 3 días/semana, 20 semanas), a las 5-7 semanas de la intervención quirúrgica de resección. El grupo control siguió el tratamiento estándar postoperatorio. Los resultados mostraron que el grupo de ejercicio alcanzó un VO_{2pico} más elevado, mayor prensa de piernas 1RM, mejor prueba funcional de levantarse de la silla, test de subir escaleras y masa muscular total, que los pacientes del grupo control. Además, los sujetos que realizaron ejercicio manifestaron mayores valores del test de calidad de vida.

Como otros estudios han demostrado con anterioridad en distintas patologías, en los pacientes intervenidos quirúrgicamente de cáncer de pulmón, el entrenamiento combinado de resistencia aeróbica y fuerza fue bien tolerado e indujo aumentos significativos del VO_{2pico} , fuerza muscular, capacidad funcional, masa muscular y calidad de vida. Ahora falta que los hospitales creen áreas de entrenamiento para pacientes, en las que un equipo de trabajo diseñe y ejecute los programas de ejercicio más indicados para cada paciente.

Economía de carrera en corredores eritreos y europeos de elite

Los atletas africanos dominan en fondo mundial desde hace años, y los investigadores tratan de aportar datos sobre las características de estos atletas que los hacen tan superiores al resto. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Santos-Concejero y col, 2014: *Int J Sports Physiol Perform* 13-oct) cuyo objetivo fue determinar si características biomecánicas como el tiempo de contacto en el suelo, longitud y frecuencia de zancada contribuyen a la excepcional economía de carrera de estos atletas africanos. Los resultados mostraron que los atletas europeos tenían mayores valores de VO_2max (77,2 vs 73,5 ml/kg/min), pero los africanos manifestaban mejor economía de carrera. No hubo diferencias entre grupos en el tiempo de contacto con el suelo, longitud o frecuencia de zancada a diferentes velocidades de carrera (17, 19 y 21 km/h). Este estudio muestra que los corredores eritreos tienen mejor economía de carrera que los europeos, no relacionándose con los factores biomecánicos analizados, por lo que otros factores deben contribuir a las diferencias observadas en la mejor economía de carrera.

La economía de carrera, es junto con el VO_2max y el umbral láctico, los tres pilares en los que se apoya el rendimiento del corredor de resistencia aeróbica. Dado que el VO_2max es escasamente modificable, los entrenadores centran sus esfuerzos tanto en la mejora del umbral láctico como de la economía de carrera, manteniendo los niveles de VO_2max .

Fatiga central en corredores “ultratrail”

La fatiga asociada al ejercicio es un tema complejo y multifactorial, y en ese contexto la denominada fatiga central siempre ha nadado entre los diferentes modelos teóricos expuestos por la dificultad de una demostración objetiva (“aún no se han conseguido voluntarios para realizar biopsias cerebrales tras-ejercicio”). Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Temesi y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 46: 1166) que ya comentamos meses atrás, en el que los investigadores trataron de determinar la presencia y magnitud de déficit de activación motora voluntaria, especialmente supraespinales, después de una prueba de *ultratrail* en corredores. Veinticinco corredores experimentados fueron examinados después de participar en una prueba de 110 km, mediante una estimulación magnética transcraneal (TMS) al tiempo de una estimulación eléctrica del nervio femoral. Los resultados mostraron un déficit de activación central (-26%) valorado por TMS indicando que las motoneuronas corticales estaban afectadas en su capacidad de generar estímulos a la frecuencia óptima o en su capacidad de reclutamiento, después de finalizar la carrera.

Interesante estudio que aporta datos interesantes en relación a la denominada fatiga central de los deportistas de resistencia aeróbica, más en su vertiente neural. Aunque se asume en su base teórica por la comunidad científica, aún está por demostrar la denominada fatiga central metabólica ligada a la teoría del descenso de los aminoácidos ramificados (valina, leucina, isoleucina, -BCAA) en plasma, con la consiguiente facilitación de entrada de triptófano al SNC y el aumento de los niveles de serotonina que provocaría fatiga central. La recomendación de suplementación con BCAA (6-10 g/h) durante las pruebas de resistencia aeróbica está ligada a la posible prevención de esa fatiga central metabólica, algo que a día de hoy aún no se ha demostrado definitivamente.

Entrenamiento concurrente y VO₂

Los estudios sobre cómo enfocar el entrenamiento concurrente desde un punto de vista práctico se suceden continuamente con diferentes enfoques. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Taipale y col, 2014; Int J Sports Physiol Perform 13-oct) en el que se examinaron diferentes respuestas fisiológicas al combinar, con distinto orden (AF y FA), y en la misma sesión entrenamiento de fuerza (F) con entrenamiento aeróbico (A). Los resultados mostraron que realizar la sesión de fuerza antes del entrenamiento aeróbico se asoció con un mayor VO₂ durante la carrera tanto en hombres como en mujeres, en comparación con el VO₂ consumido realizando la carrera antes de la fuerza. No hubo diferencias, debidas al orden de ejecución, ni en la frecuencia cardiaca, ni en los niveles de lactato.

Más datos sobre las interferencias del entrenamiento concurrente, en este caso mostrando como durante la sesión de carrera el VO₂ (gasto energético) fue mayor al realizar antes una sesión de fuerza, lo que estaría indicado en personas que desean aumentar el gasto energético durante el ejercicio. Estos y otros datos muestran que ante la reiterada pregunta ¿qué hay que hacer antes la fuerza o el aeróbico?, no haya una única respuesta, ya que dependerá del objetivo del entrenamiento. La obligación del profesional del entrenamiento es conocer las ventajas y los inconvenientes, y en base a los objetivos marcados, seleccionar el orden de ejercicios más adecuado.

Diabetes gestacional y ejercicio

La diabetes gestacional consiste en una alteración del metabolismo de los hidratos de carbono que ocurre durante el embarazo. A diferencia de la diabetes mellitus tipo I, no es causada por el déficit de insulina, sino por la resistencia a su acción debido a los efectos de otras hormonas. Es la complicación más frecuente del embarazo (prevalencia: 1-3%) y suele manifestarse a partir de las 20 semanas de gestación. Esta alteración se relaciona con complicaciones obstétricas tanto para la madre como para el feto (ej. macrosomías), por lo que su diagnóstico precoz es muy importante. En la mayoría de los casos los niveles de glucosa regresan a la normalidad después del parto. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Cordero y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 20-oct*) en el que los autores valoraron la eficacia de un programa de ejercicio materno (aeróbico y muscular) en la prevalencia de la diabetes gestacional. Participaron 272 mujeres españolas, de las que 101 participaron en un programa de ejercicio aeróbico y de fuerza, 50-60 min, 3 días/semana. Los resultados mostraron una reducción significativa de la diabetes gestacional en el grupo de intervención.

Aplicar programas de ejercicio en mujeres embarazadas tiene múltiples beneficios, como es el caso que nos ocupa hoy, pero también se puede asociar a efectos no deseados tanto para la madre como para el feto. El correcto diseño de un programa de ejercicio en gestantes pasa necesariamente por conocer: primero, la fisiología de embarazo, segundo, la fisiopatología más relevante asociado a la gestación, y tercero, los efectos de diferentes modalidades de ejercicio sobre la fisiología y fisiopatología de la mujer embarazada y de su feto. "Conocer", no consiste en leer un par de artículos encontrados en google, sino que pasa por una adecuada formación desde la base (grado) de todos los profesionales que van a tener la responsabilidad del diseño y aplicación de programas de ejercicio, ya sea para iniciar actividad física en mujeres previamente sedentarias, ya sea para continuar una actividad deportiva en mujeres ya activas. A día de hoy, no podemos afirmar que colectivamente esa formación se esté ofreciendo, lo que debería llevar a la reflexión para poner en marcha medidas correctoras lo antes posible.

Red Bull y fatiga muscular

La imagen del Red Bull y de otras bebidas energéticas sugieren la asociación entre su ingesta y el aumento del rendimiento muscular (resistencia y potencia), si bien no hay datos fiables que apoyen esa hipotética relación. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Pai y col, 2014; J Sports Med Phys Fitness 21-oct*) sobre los efectos de ingerir Red Bull sobre el rendimiento muscular de resistencia y la fatiga. Los autores distribuyeron aleatoriamente a 20 estudiantes en un grupo experimental (RedBull, cafeína 2 mg/kg) y uno control (bebida isocalórica sin cafeína), y 1 h después de ingerir la bebida todos realizaron un test de fuerza máxima isométrica (MVC) con EMG de los flexores de la mano. Después del test MVC los sujetos sostuvieron una contracción al 75% MVC hasta la fatiga. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en los test entre el grupo experimental y el control. Los autores concluyeron que la ingesta de Red Bull no modificó el rendimiento muscular de resistencia y el tiempo hasta la fatiga.

La cafeína es una ayuda ergogénica categoría I, es decir, de efectos probados para mejorar el rendimiento. Las bebidas energéticas (Red Bull) contienen unos 80 mg por lata de 250 ml (~ 1 café) por lo que en la mayoría de los casos la dosis de cafeína está por debajo de lo recomendado como ayuda ergogénica (5 mg/kg). Por otra parte, no está claro que la composición de las bebidas energéticas sea la mejor opción para vehicular la cafeína hasta alcanzar la dosis recomendada de esta.

Boxeo y lactato

El entrenamiento que sigue un boxeador probablemente convierta a estos deportistas en los más completos desde un punto de vista de mejora de cualidades de la condición física, sin embargo, en cierta manera es un deporte algo estigmatizado y ello se traduce en escasos estudios científicos en relación a su actividad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Hanon y col, 2014; *J Strength Cond Res* 17-oct) en el que los investigadores examinaron las respuestas metabólicas sanguíneas de boxeadores de clase mundial implicados en competiciones internacionales. Se obtuvieron muestras de lactato sanguíneo y otras variables bioquímicas después de 3 asaltos. Los resultados mostraron valores de lactato de 13,6 mM con un pH de 7,2 y una PCO₂ de 32 mmHg, entre otros valores. Los boxeadores de categoría intermedia (60-64 kg) alcanzaron valores medios de lactato mayores significativamente que los boxeadores más pesados (14,8 vs 12 mM/l). Los resultados indican la necesidad de desarrollar una buena capacidad buffer y de tolerancia a la acidosis en estos deportistas.

Son muchos los deportistas que al igual que los boxeadores deben alcanzar altos grados de adaptación en potencia y capacidad aeróbica (VO₂max y Umbral anaeróbico), fuerza resistencia y potencia muscular, potencia y capacidad anaeróbicas, y tolerancia a la acidosis, entre otros. El hecho que algunas de estas cualidades fisiológicas estén aparentemente “enfrentadas”, es lo que hace atractivo el reto del entrenamiento óptimo.

Efecto hipotensivo del ejercicio de fuerza con restricción del flujo sanguíneo

Una única sesión de ejercicio provoca un descenso significativo de la presión arterial post-ejercicio, especialmente en pacientes hipertensos. Este fenómeno se denomina “hipotensión post-ejercicio” y está descrita desde los años 70 del siglo pasado. Entre los mecanismos propuestos para justificar este comportamiento, el papel de los barorreflejos parece clave. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Neto y col, 2014; *J Strength Cond Res* 17-oct) en el que los investigadores compararon el efecto hipotensivo del ejercicio de fuerza (RE) realizado con y sin restricción del flujo sanguíneo en sujetos jóvenes normotensos, que realizaron 4 protocolos en orden aleatorio: 1) RE de alta intensidad (80% 1RM); 2) RE de baja intensidad (20% 1RM); 3) RE de baja intensidad (20%) combinado con restricción parcial del flujo sanguíneo (BFR); y 4) control. Se valoró la presión arterial durante los 60 min posteriores al ejercicio. Los resultados mostraron que los 3 protocolos disminuyeron la PASistólica, pero solo el protocolo de baja intensidad con BFR disminuyó los valores de PADiastólica, mientras que los protocolos de alta intensidad y BFR disminuyeron los valores de PAMedia. En conclusión, una baja intensidad unida a restricción parcial del flujo sanguíneo se asoció a descensos significativos de la presión arterial en sujetos normotensos.

Este efecto hipotensor post-ejercicio tiene una duración de aproximadamente 24 h, por lo que en hipertensos se recomienda ejercicio diario con el fin de aprovechar esta respuesta fisiológica.

Maratón y degradación del cartílago articular

Correr una maratón (42,195 m) implica una fuerte agresión al organismo, especialmente al sistema músculoesquelético con especial agresividad en los cartílagos articulares. Las adipoquinas regulan el metabolismo energético, pero investigaciones recientes han indicado que también ejercen un control en la degradación del cartílago en artritis. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Vuolteenaho y col, 2014; PLoS One 21-oct*) que investigó los efectos de una carrera de maratón sobre los niveles de adipoquinas e indicadores del metabolismo del cartílago. Participaron 46 maratonianos con un tiempo medio de carrera de 3h30min. Los resultados mostraron un aumento significativo de los niveles de metaloproteínasa de matriz-3 (MMP-3), que es una enzima que descompone el colágeno. Los niveles de MMP-3 correlacionaron negativamente con la marca en la maratón. También aumentaron las concentraciones de la proteína chitinasa 3 like-protein (YKL-40), producida por condrocitos y macrófagos y que participa en los procesos inflamatorios y de remodelación tisular. Los niveles de la proteína resistina también aumentaron y lo hicieron en relación al aumento de MMP-3. La resistina es una adipoquina asociada a la degradación del cartílago. Los resultados mostraron un aumento de los marcadores asociados a la degradación del cartílago, sugiriendo además que el impacto de la carrera de maratón sobre el metabolismo del cartílago fue mayor a más velocidad de carrera.

Comentar a estas alturas que la carrera de larga distancia es agresiva sobre el sistema músculo-esquelético en general, y sobre las articulaciones en particular no es ninguna novedad, eso ya lo saben y lo padecen miles de corredores en todo el mundo, pero los datos de este estudio son novedosos porque nos muestran objetivamente como una única carrera de maratón ya produce degradación del cartílago articular, y además sugieren una relación con la velocidad de carrera.

Intensidad de ejercicio en trasplantados cardiacos

El trasplante cardiaco se asocia a una desaferentación cardiaca, es decir, el corazón trasplantado carece de inervación simpática y parasimpática, lo que en principio le hace insensible a la regulación neural del funcionamiento cardiaco. La fisiología del corazón trasplantado permite entender muy bien la fisiología del corazón fisiológico; así por ejemplo se evidencia la regulación humoral (catecolaminas) de la activación cardiaca como respuesta al ejercicio, ya que las catecolaminas alcanzan los receptores adrenérgicos cardiacos vía sanguínea con retraso desde la iniciación del ejercicio. Debido a la desaferentación cardiaca, la frecuencia cardiaca no es un buen indicador de intensidad del ejercicio en estos pacientes. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Ciolac y col, 2014; Med Sci Sports Exerc 23-oct*) en el que los investigadores analizaron la utilización de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE, 6-20) para la prescripción y control de intensidad de ejercicio en agua y en tierra, en pacientes trasplantados. Los pacientes realizaron 30 min de ejercicio en un valor de RPE de 11-13, que es el valor que mejor correlaciona con el umbral láctico. Los resultados mostraron como la frecuencia cardiaca media en el entrenamiento no fue diferente entre ejercicios en agua o en tierra. La frecuencia cardiaca que respondió con retraso se estabilizó a los 8 min de ejercicio aproximadamente. La frecuencia cardiaca durante la sesión de entrenamiento se situó entre el umbral láctico y el máximo estado estable del lactato para la mayor parte de los pacientes. Los autores sugieren que la RPE es una herramienta de utilidad para prescribir intensidad de ejercicio en pacientes trasplantados de corazón.

Para los pacientes trasplantados de corazón, el ejercicio programado (entrenamiento) debe formar parte de su tratamiento médico. Es fundamental en estos pacientes, especialmente si han estado largo tiempo en cama, mejorar la capacidad de extracción de oxígeno periféricamente, y es ahí donde hay que centrar la atención.

Rabdomiolisis después de electroestimulación

La rabdomiolisis es una patología caracterizada por necrosis muscular más o menos extensa. La ruptura de los miocitos permite la liberación a la sangre de sustancias que habitualmente están en el interior celular, como la creatina fosfoquinasa (CPK) y la mioglobina, siendo esta última la que más se relaciona con la insuficiencia renal asociada con frecuencia a este cuadro. La rabdomiolisis puede ser muy grave, comprometiendo incluso la vida del paciente. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Kästner y col, 200; *Clin J Sport Med* 28-oct) en el que se describen 2 casos de rabdomiolisis después de un protocolo de electroestimulación en sujetos entrenados. En uno de ellos, una única sesión de electroestimulación causó un aumento de la CPK de 240000 U/L.

La electroestimulación está de moda, de hecho se han abierto nuevos negocios en los que "solo" aplican este tratamiento como alternativa al ejercicio físico. Este estudio muestra como la electroestimulación provoca suficiente tensión muscular como para provocar daños en la membrana de la célula muscular, lo que implica la necesidad de una adecuada formación de aquellos que pretenden aplicar esta técnica para ofrecer sus servicios de la manera más científica y profesional posible. La electroestimulación, como demuestra el estudio comentado, no es un procedimiento inocuo, y por lo tanto solo debe ser aplicada por profesionales cualificados.

Estiramiento pasivo y fuerza

Distintos estudios han abordado la influencia del estiramiento pasivo sobre la capacidad de generar fuerza por un músculo o grupo muscular. A día de hoy, con la evidencia disponible, no parece aconsejable el estiramiento pasivo antes de la realización de actividades que requieran generar fuerza. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Trajano y col, 2014; *J Appl Physiol* 23-oct) cuyo objetivo fue examinar el posible efecto inhibitorio del estiramiento pasivo del músculo flexor plantar sobre el sistema de facilitación motoneuronal. Se procedió a estimular mediante vibración el tendón de Aquiles, al tiempo que se estimulaba eléctricamente el músculo tríceps sural. Este procedimiento se realizó en dos condiciones diferentes: sin estiramiento previo, y después de estirar pasivamente el músculo intermitentemente durante 5 min. Se valoró el momento de fuerza del flexor plantar con el protocolo de vibración, así como la actividad EMG del soleo y gastrocnemio. La amplitud del EMG durante y después del protocolo de vibración fue utilizado como indicador de la vía facilitadora. Los resultados mostraron como después del estiramiento, se produjo un descenso del momento de la fuerza asociado a la vibración del 60%, permaneciendo descendido un 35% después de 5 min del estiramiento. Asimismo la actividad EMG se redujo un 40% después del estiramiento. Los autores concluyen que el estiramiento pasivo afecta a la amplificación motoneuronal durante al menos 5 min.

El huso neuromuscular es estimulado por la vibración mecánica aplicada sobre la unión miotendinosa, lo que provoca un reflejo monosináptico conocido como reflejo miotático. La contracción refleja del agonista y la relajación simultánea del antagonista facilitan la generación de fuerza cuando se superpone una contracción voluntaria. El estudio que comentamos hoy sugiere que el estiramiento pasivo minimiza la acción refleja del huso neuromuscular, y ello puede contribuir al desarrollo de menor fuerza aplicada durante los minutos posteriores al estiramiento. Según estos resultados, junto con los de otras investigaciones, quizás deberíamos pensarnos realizar estiramientos pasivos inmediatamente antes de una actividad donde la fuerza sea la cualidad protagonista.

“Test doble de lactato” para triatletas

El hecho de que los triatletas combinen tres disciplinas deportivas complica la valoración fisiológica de cada especialidad. Nuestro grupo acaba de publicar los resultados de un estudio (Vicente-Campos D, Barbado C, Nuñez MJ, Chicharro JL; *J Sports Med Phys Fitness* 54: 742-9, 2014) cuyo objetivo fue determinar si la velocidad de carrera determinada con un test de mínimo lactato durante un test incremental en tapiz rodante realizado justo después de un test incremental submáximo en cicloergómetro, corresponde con el máximo estado estable del lactato, estimado indirectamente mediante RER=1. Los triatletas realizaron primero un test de lactato en cicloergómetro determinando el umbral láctico mediante metodología convencional y manteniendo el esfuerzo hasta que la concentración de lactato superó los 4 mM/L. Justo a continuación, con un periodo de transición de menos de 1 min, se realizó un test incremental en tapiz rodante con determinación de los niveles de lactato y aplicando la metodología estándar del test de mínimo lactato. Los resultados mostraron que la velocidad y la frecuencia cardiaca asociados al test de mínimo lactato no fueron diferentes a las correspondientes a un RER=1 en un test incremental previamente realizado. Los hallazgos sugieren la posibilidad de obtener con una única visita al laboratorio, combinando en un solo test las disciplinas de carrera y ciclismo, obtener datos fisiológicos de valoración funcional y de transferencia al entrenamiento.

Este “test doble de lactato” puede ser de utilidad en las valoraciones de triatletas, simulando la situación real de este deporte, y ahorrando tiempo en la valoración fisiológica.

Reposo en cama, nutrición y potencia muscular

El reposo en cama es un modelo aplicable en estudios relacionados con la desadaptación que ofrece resultados interesantes. La microgravedad mantenida se asocia a un descenso de la potencia muscular especialmente de los grupos musculares posturales de miembros inferiores. Una de las causas principales de esta desadaptación es la atrofia muscular asociada a la inactividad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Rejc y col, 2014; Eur J Appl Physiol 26-oct*) en el que los autores investigaron los efectos de diferentes ingestas calóricas durante inactividad prolongada sobre la composición corporal y la potencia muscular de miembros inferiores. Los voluntarios permanecieron 35 días en cama siendo valorados antes y después de este periodo, después de haber ingerido una dieta de bajo o alto aporte calórico durante el periodo de estudio. Los resultados mostraron un aumento de la masa grasa (+20,5%) en el grupo de alto aporte calórico, mientras que en el grupo de bajo contenido calórico disminuyó (-4,8%). La pérdida de masa magra (libre de grasa) fue mayor con la dieta de alto contenido calórico. Sin embargo, el descenso de la potencia muscular fue similar en ambos grupos (-25,2 y -29,5%, para aporte calórico mayor y menor). Los autores sugieren que con restricción calórica moderada se mitiga la pérdida de masa muscular durante inactividad prolongada, pero no con la suficiente entidad como para evitar que se reduzca la potencia muscular.

De alguna manera este estudio nos muestra algo conocido por todos, y es que cuando baja nuestro nivel de actividad física, también tiene que disminuir el aporte calórico. Sería interesante saber la influencia sobre la función muscular de un moderado o alto contenido calórico en un periodo de tapering

Hierro y rendimiento

Los atletas de resistencia aeróbica muestran con frecuencia alteraciones en el status del hierro que sin llegar al diagnóstico de anemia ferropénica se vinculan a tratamientos de aporte exógeno de hierro. Si esas deficiencias subclínicas de hierro afectan al rendimiento, o mejor, si el tratamiento con hierro mejora el rendimiento aeróbico en deportistas con déficit de hierro pero no anémicos no está claro. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (*Burden y col, 2014; Br J Sports Med 31-oct*) en el que los investigadores trataron de determinar si el tratamiento con hierro mejora el status de hierro y la capacidad aeróbica en atletas de resistencia aeróbica. El análisis se basó en 17 estudios publicados anteriormente, y los resultados mostraron que el tratamiento con hierro mejoró los valores de hierro sérico y de ferritina (forma de almacenamiento del hierro), así como de la saturación de la transferrina. El aporte exógeno de hierro también aumentó ligeramente los niveles de hemoglobina y los valores de VO₂max. Los autores concluyeron que el tratamiento con hierro mejoró el status del mismo, así como el VO₂max en atletas con déficit de hierro no anémicos.

Un preciso y periódico control hormonal y bioquímico del entrenamiento en resistencia aeróbica es obligado para todos aquellos deportistas que buscan una mejora del rendimiento. Sin embargo, son escasos los atletas de resistencia aeróbica que incluyen en su plan de entrenamiento un control fisiológico adecuado. Damos por hecho que el organismo se va a adaptar a las cargas de entrenamiento, y en muchas ocasiones solo se recurre a una analítica (casi siempre sin control hormonal) cuando la sensación de cansancio es notable, o cuando el rendimiento disminuye de forma notoria. En el caso que nos ocupa hoy, el aporte de hierro debe considerarse un tratamiento médico y por consiguiente su prescripción debe estar enmarcada en la esfera propia de un acto médico. Esto significa que ha de realizarse un adecuado diagnóstico y valoración del status del hierro antes de proceder al tratamiento. Muchos atletas piensan que el aporte de hierro es inocuo y consumen hierro durante casi toda la temporada o sin control, pero se equivocan en el planteamiento de base. En meta-análisis analizado hoy demuestra efectividad del tratamiento y ligera mejora del VO₂max, pero no analiza los efectos sobre el rendimiento.

Beneficios metabólicos de los omega-3

El consumo de ácidos grasos esenciales poliinsaturados (ácidos grasos omega 3) se ha relacionado con diferentes mecanismos para contrarrestar la obesidad, incluyendo la supresión del apetito, la mejora de la circulación y cambios en la expresión génica, lo que se vincula a una mejora en la oxidación de las grasas, aumento del gasto energético y reducción de depósitos de grasas. Los ácidos grasos omega 3 se les ha relacionado también con una mejora de las vías metabólicas anabólicas, dando como resultado una facilidad para aumentar la masa magra corporal y con ello el metabolismo basal. La suplementación con ácidos grasos omega 3 ha mostrado su efectividad en la reducción de la obesidad en ratones, pero en humanos la evidencia es limitada. Se han publicado pocos estudios sobre la utilidad de la suplementación con ácidos grasos omega 3 en la reducción de la obesidad, y algunos han indicado efectos beneficiosos especialmente al combinarlos con dieta y/o ejercicio físico. Se necesitan más investigaciones para confirmar los efectos de la utilidad de la suplementación con ácidos grasos omega-3 sobre la obesidad y/o sobrepeso en humanos.

Lejos de su posible utilidad como “adelgazante”, los ácidos grasos omega 3 son muy utilizados por los deportistas, con el fin de mejorar el metabolismo de las grasas. Esos efectos, aunque atractivos, no están claramente establecidos.

Entrenamiento de fuerza durante el embarazo

Aunque la realización de ejercicio está muy extendida entre las mujeres en periodo de gestación, solo un 10% realizan entrenamiento de fuerza. Por consiguiente no hay mucha información sobre los efectos de esta modalidad de entrenamiento sobre posibles efectos adversos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (White y col, 2014; *J Phys Act Health* 11: 1141-8) cuyo objetivo fue examinar posibles asociaciones entre el entrenamiento de fuerza y efectos adversos. 284 mujeres completaron un cuestionario acerca de sus hábitos de ejercicio durante cada trimestre de embarazo, siendo categorizadas en 3 grupos: 1) entrenamiento de fuerza + entrenamiento aeróbico; 2) entrenamiento aeróbico; y 3) no ejercicio. Las mujeres que entrenaron fuerza lo hicieron una media de 3 días/semana con una duración promedio de 27,3 min por sesión. Los resultados mostraron que la prevalencia de hipertensión arterial y diabetes gestacional fueron significativamente menores en las mujeres que incluyeron fuerza en su entrenamiento, y no se observaron mayores riesgos para la madre en relación a las mujeres que no entrenaron fuerza. Los autores sugieren que las mujeres pueden realizar entrenamiento de fuerza durante el embarazo, proporcionando además ventajas adicionales en el desarrollo del mismo.

El embarazo es un periodo especial y diferente en la vida de muchas mujeres; por ello, en lo que se refiere al entrenamiento, este también ha de ser especial y diferente. Como ya comenté hace unos días, solo el conocimiento de la fisiología del embarazo, así como de las complicaciones más frecuentes asociadas al ejercicio en la embarazada, permitirán un diseño de entrenamiento seguro y eficaz.

Marcadores de daño cardiaco y triatlón

No parece que el ejercicio, aún cuando sea de alta intensidad, provoque daño cardiaco en corazones sanos. Sin embargo, existe cierta controversia sobre los posibles efectos perjudiciales del ejercicio muy prolongado. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Park y col, 2014; Korean J Physiol Pharmacol 18: 419-23*) en el que los investigadores estudiaron biomarcadores de daño cardiaco después de una carrera de triatlón olímpico en grupos de elite y no elite. Se obtuvieron muestras de sangre antes, inmediatamente después, y a las 2 h y 7 días después de finalizar la prueba. La creatina kinasa (CK), mioglobina-creatina kinasa (CK-MB), mioglobina y lactato deshidrogenasa (LDH), aumentaron en ambos grupos después de la carrera, recuperando los valores normales a los 7 días. La troponina T aumentó solo en el grupo de elite a las 2 h de finalizar, recuperando los valores a los 7 días. Los autores concluyen que una carrera de triatlón se asoció a daño cardiaco, siendo este mayor en atletas de elite. Todos los marcadores de daño cardiaco se recuperaron a los 7 días.

Así pues, y a la espera de resultados de nuevos estudios, esta investigación muestra aumento de marcadores de daño cardiaco después de un triatlón olímpico; probablemente la intensidad sea el factores que determina ese posible daño.

Masa muscular, unidades motoras y modalidad de entrenamiento en atletas máster

El proceso fisiológico del envejecimiento se asocia a un descenso de la masa muscular, así como a una disminución de unidades motoras, lo que se traduce en una disminución de la capacidad funcional. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Drey y col, 2014; *Clin Physiol Funct Imaging* 24-oct) cuyo objetivo fue medir el número de unidades motoras y la masa muscular en atletas máster, que bien realizaban entrenamiento de potencia, bien entrenaban resistencia aeróbica. 52 atletas de potencia y 23 de resistencia aeróbica, realizaron el estudio. Ciento cuarenta y nueve sujetos adicionales que no realizaban ejercicio fueron considerados grupo control. En todos los sujetos se valoraron el índice del número de unidades motoras y la masa muscular. Los resultados mostraron una significativa correlación entre la edad y el descenso de masa muscular tanto en hombres como en mujeres. Solo los atletas master que entrenaban potencia manifestaron mayor masa muscular y número de unidades motoras que los sujetos control, y entre los atletas master, los que entrenaban potencia tenían más masa muscular que los entrenados en resistencia aeróbica. En resumen, también en atletas máster la edad ocasiona un descenso de la masa muscular y del número de unidades motoras, si bien de menor cuantía que en sujetos no activos físicamente. Además, el entrenamiento de potencia se mostró más eficaz para minimizar la sarcopenia.

Que no podemos evitar los efectos del envejecimiento sobre la función muscular es un hecho. Quien piense que por entrenar no va a envejecer es un ignorante. Quien siga recomendando o prescribiendo “jugar a la petanca” como ejercicio físico de base a las personas de edad avanzada es un mal profesional. No ignoremos la evidencia, el entrenamiento de fuerza, y especialmente de potencia, debe ser la base del ejercicio recomendado para nuestros mayores. Tenemos profesionales de las ciencias de la actividad física y el deporte bien formados, tenemos las bases científicas bien consolidadas, ahora solo falta que impulsemos poco a poco las rutinas de los programas bien estructurados, hasta llegar a que una persona de edad avanzada vea en una mancuerna “un aliado”, y no un trozo de hierro que utilizan los cachitas del gimnasio.

Cialis, ejercicio y estrés oxidativo

El tadalafilo (Cialis) se usa para tratar la disfunción eréctil y los síntomas de la hiperplasia benigna de la próstata. También se utiliza para mejorar la capacidad de ejercicio en pacientes con hipertensión pulmonar. El tadalafilo pertenece a una clase de medicamentos llamados inhibidores de la fosfodiesterasa que favorecen la vasodilatación, habiéndose descrito también efectos protectores frente al estrés oxidativo. Por otra parte, el ejercicio se asocia con aumentos de radicales libres. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Ceci y col, 2014; Eur J Appl Physiol 9-nov*) cuyo objetivo fue evaluar los efectos a largo plazo de la administración de tadalafilo sobre el status oxidativo y el daño muscular después de una sesión de ejercicio intenso en hombres sanos. Los sujetos del estudio recibieron placebo o tadalafilo (20 mg/día) con 36 h de intervalo antes de realizar un ejercicio de alta intensidad. Los resultados mostraron que la administración de tadalafilo afectó significativamente a los marcadores de daño oxidativo, aumentando significativamente sus niveles, junto con marcadores de daño muscular y niveles de la interleukina inflamatoria interleukina-6. En resumen, la administración prolongada de tadalafilo disminuye la capacidad antioxidante en condiciones de reposo, y por tanto hace a los sujetos más susceptibles frente al estrés oxidativo en ejercicio agotador.

Todos los medicamentos tienen efectos secundarios, y el tadalafilo no es una excepción. La administración terapéutica de este principio activo, salvo en patología, se utiliza puntualmente en relación al acto sexual, siendo muy infrecuente la toma diaria del producto. Aún así, estudios previos han sugerido que la administración prolongada de tadalafilo no afecta al VO_2max , umbral aeróbico o umbral anaeróbico. Sin embargo, si se confirma que el tadalafilo disminuye la capacidad oxidativa, la asociación de su administración con ejercicio aeróbico de alta intensidad puede que no sea la mejor opción.

Estimación de la FCmax: nuevas fórmulas

Las fórmulas clásicas establecidas para estimar la frecuencia cardiaca máxima (FCmax) se utilizan muy frecuentemente con buenos resultados en general. Incluso la clásica de 220-edad mantiene su vigencia para muchos, yo incluido. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Shargal y col, 2014; J Sports Med Phys Fitness 12-nov*) en el que los investigadores quisieron establecer nuevas fórmulas para estimar la FCmax con más precisión. Se realizaron 28137 pruebas de esfuerzo de máxima intensidad (20691 hombres y 7446 mujeres, entre 10 y 80 años), utilizando para análisis de regresión lineal, por género y categoría de edad. Las mejores ecuaciones fueron contrastadas en una muestra de 2449 sujetos. Con arreglo a los resultados los autores proponen la siguiente ecuación: $FC_{max}=208,852 -0,741 \cdot \text{edad}$. La correlación de validación obtenida al aplicar esta ecuación frente a la FCmax medida, fue de 0,6.

No se el alcance que tendrá esta nueva fórmula propuesta, pero después de aplaudir a los investigadores que han realizado el estudio y reconocer tu trabajo, pienso que la trascendencia práctica será escasa salvo quizás en aplicación en el entorno investigador. Yo sigo apoyándome en la clásica fórmula 220-edad, por tres motivos: 1) porque la variabilidad de la FCmax (real) en sujetos de la misma edad puede llegar al 30%, que es muy superior al propio error de la estimación; 2) porque la frecuencia cardiaca es una muy variable muy cuestionable para valorar la intensidad del esfuerzo, lo que hace que tampoco requiera un alto nivel de precisión; y 3) porque es la más fácil de recordar para los deportistas.

Resistencia aeróbica extrema y salud cardiaca

Está demostrado que el ejercicio aeróbico moderado proporciona efectos beneficiosos para la salud, quizás por ello los deportes aeróbicos se han popularizado tanto en los últimos años. En paralelo con el crecimiento de deportistas de resistencia aeróbica, se ha desarrollado una afición importante a las pruebas extremas de duración (ultramaraton, ironman, pruebas de varios días, etc.). Siempre está en la mesa de debate si estas actividades extremas pueden asociarse a riesgos cardiovasculares que aumenten la morbi-mortalidad a largo plazo. Recientemente se ha publicado una revisión (Seidl y Asplund, 2014; *Curr Sports Med Rep* 13: 361) que después de analizar los estudios publicados sugiere que no están claros los posibles efectos negativos del ejercicio de ultrarresistencia sobre el corazón, no descartando los mismos.

Aunque no se ha demostrado hasta la fecha que el ejercicio prolongado y/o intenso pueda producir alteraciones patológicas en corazones sanos, hemos de ser cautos y aplicar medidas preventivas y seguimientos adecuados (ecocardiografía, ECG, pruebas de esfuerzo) en todos aquellos atletas que deciden como modalidad deportiva de base las pruebas de resistencia extrema.

Entrenamiento concurrente, economía de carrera y rendimiento

El entrenamiento concurrente es de gran interés para muchos profesionales que utilizan con frecuencia esta modalidad de entrenamiento. Hasta ahora sabemos que esta modalidad de entrenamiento afecta negativamente a las adaptaciones de resistencia aeróbica y de fuerza, en comparación a cuando se ejecutan los entrenamientos por separado. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Skovgaard y col, 2014; *J Appl Physiol* 117: 1097-109) cuyo objetivo fue examinar si un entrenamiento interválico de alta intensidad y corta duración (SET, 30 s sprint) y un entrenamiento de fuerza (HRT, 89-90% 1RM) realizados en la misma sesión eran compatibles para mejorar el rendimiento en corredores de resistencia moderadamente entrenados. Durante 8 semanas un grupo de corredores mantuvo el entrenamiento concurrente (HICT, 2 sesiones/semana de SET seguido de HRT y 2 sesiones/semana de entrenamiento aeróbico), mientras que otro grupo (CON) continuó con su entrenamiento habitual. El grupo HICT disminuyó en un 42% el volumen total de entrenamiento. Los resultados mostraron que mientras que el grupo CON no modificó su rendimiento, el grupo HICT mejoró significativamente los tiempos en 10 k, 1500 m y en el test Yo-Yo. Además, mejoró la economía de carrera y la fuerza muscular, mientras que no cambió el $VO_2\max$, ni hubo cambios periféricos musculares. Los autores sugieren que esta modalidad de entrenamiento concurrente mejora el rendimiento en corredores, y específicamente la economía de carrera y la fuerza muscular.

El principal objetivo del entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad, ya sea de intervalos largos (2-4 min) o cortos (30 s) es el aumento del $VO_2\max$, y esto se consigue mediante adaptaciones centrales y periféricas (musculares). En el estudio comentado, mejora el rendimiento, pero no el $VO_2\max$, algo que llama la atención. La mejora de la economía de carrera y la fuerza son suficientes argumentos para justificar la mejora del rendimiento, sin duda, pero el hecho de no mejorar el $VO_2\max$, ni modificar los factores musculares ligados al metabolismo aeróbico, hace pensar en una interferencia del entrenamiento de fuerza en el proceso de adaptación al entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad.

Creatina y entrenamiento de fuerza en osteoporosis

Los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la prevención y tratamiento de la osteoporosis están bien demostrados. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Chilibeck y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 10-nov) cuyo objetivo fue determinar los efectos de la suplementación con creatina (Cr) durante un programa supervisado de fuerza, sobre las propiedades de los huesos de mujeres postmenopausicas. Las mujeres participantes fueron distribuidas en dos grupos: 1) entrenamiento de fuerza (3 sesiones/semana) y suplementación con Cr; y 2) entrenamiento de fuerza (3 sesiones/semana) y placebo (PI). Se valoraron la densidad mineral ósea (BMD) de fémur y vertebral. También se realizaron otras valoraciones relacionadas con la masa muscular y la fuerza. El entrenamiento se llevó a cabo durante 12 meses. Los resultados mostraron como en el grupo Cr se atenuó la pérdida de BMD femoral (-1,2%) en comparación con PI (-3,9%). El grupo Cr aumentó más la fuerza (press de banca) que el grupo PI (64% vs 34%). No se observaron diferencias en enzimas hepáticas ó aclaramiento de creatinina. Los autores sugieren que 12 meses de suplementación con creatina durante un programa de entrenamiento de fuerza preserva la densidad mineral ósea del fémur en mujeres post-menopáusicas.

Algunas ayudas ergogénicas tradicionalmente utilizadas en el deporte han mostrado su eficacia también en enfermos y poblaciones especiales, con alto nivel de evidencia. Es necesario que conozcamos y apliquemos estas "ayudas" para conseguir máximos grados de eficacia en los programas de entrenamiento clínico. Solo un verdadero equipo multidisciplinar puede a día de hoy dar respuesta óptima a la necesidad de aplicar ejercicio como medio terapéutico o preventivo.

Efectos de un placebo sobre el rendimiento

Los efectos fisiológicos atribuidos a sustancias placebo es un campo de difícil exploración al incidir en la esfera psicobiológica del rendimiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Ross y col, 2014; *Med Sci Sports Exerc* 19-nov) en el que los investigadores trataron de cuantificar la magnitud del efecto placebo sobre el rendimiento en carrera, al emplear placebo inyectado en sustitución de eritropoyetina (PLA-EPO). 15 atletas aficionados con marca media en 10 k de 39,3 min completaron un estudio de diseño aleatorizado doble ciego, participando en carreras de 3 k antes y después de un periodo de 7 días de administración de PLA-EPO (solución salina subcutánea) o condición CONT sin administración de sustancia alguna. Los resultados mostraron una mejora de marca asociada a PLA-EPO ($9,73 \pm 1,96$ s más rápido; $p=0,0005$), no mejorando en condición CONT. Con la administración de PLA-EPO los sujetos manifestaron menor sensación de esfuerzo, aumento de la motivación y mejora de la recuperación. En comparación con la situación control el placebo mejoró el rendimiento un 1,2%. Este efecto es de relevancia deportiva, aunque menor que el esperado por la administración real de EPO.

Este estudio es un ejemplo más de la importancia que tiene para el rendimiento deportivo el componente psicobiológico. No todo es fisiología para ganar, ni siquiera en las pruebas más dependientes de las adaptaciones fisiológicas al ejercicio como es la resistencia aeróbica. La influencia de la psicobiología en el rendimiento es un hecho, lo saben bien los deportistas de elite, pero también los aficionados han de reconocer y en su caso mejorar este condicionante tan importante del rendimiento.

Pistachos y rendimiento

Los pistachos son frutos secos (~480 kcal/100 g) que contienen diferentes nutrientes (proteínas e hidratos de carbono (30% del total kcal), grasas (70% kcal), hierro, calcio, magnesio, vitaminas, etc) que participan en funciones vitales para nuestro organismo, habiéndose relacionado su ingesta con la reducción del estrés oxidativo y el descenso del status inflamatorio. Los pistachos contienen el trisacárido rafinosa, hidrato de carbono de difícil absorción en el intestino delgado por ausencia de α -galactosidasa; de esta manera no son hidrolizados durante el metabolismo normal de los alimentos alcanzando el colon en donde la flora intestinal la descompone en los correspondientes monosacáridos, que a su vez son fermentados anaeróbicamente produciendo, entre otros componentes, gases. Estos gases pueden causar flatulencia e irritan las paredes intestinales aumentando los movimientos peristálticos del intestino grueso. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Nieman y col, 2014; PLoS One 19-nov) cuyo objetivo fue valorar si la ingesta regular de pistachos (~80 gr/día, 2 semanas) tenía efectos sobre el rendimiento físico, así como marcadores de inflamación, estrés oxidativo e inmunidad en las horas posteriores a finalizar una sesión de ejercicio. Diecinueve ciclistas participaron en un estudio aleatorizado cruzado desarrollando dos sesiones de 75 k simulando contrarreloj, después de 2 semanas de suplementación con pistachos o placebo, con dos semanas de periodo de “lavado” antes de cambiar de condición. Se analizaron también en distintos tiempos después del ejercicio, citoquinas plasmáticas, marcadores inflamatorios, de estrés oxidativo, e inmunidad. Los resultados mostraron que el tiempo en los 75 K fue un 4,8% más lento cuando se ingirieron pistachos. Los marcadores de estrés oxidativo aumentaron más al ingerir pistachos. No se observaron diferencias en relación a los marcadores inflamatorios.

Los resultados sugieren que el consumo de pistachos no solo no tiene efectos ergogénicos, sino parece mostrar efectos ergolíticos, disminuyendo el rendimiento. Probablemente la presencia de la rafinosa en su composición y sus efectos a nivel del tubo digestivo puedan justificar esos resultados. Nuevos estudios deben confirmar estos resultados, pero mientras tanto quizás sea prudente no hartarse de pistachos antes de la competición.

Citoquinas inflamatorias y ejercicio

La actividad física mejora el perfil metabólico de los pacientes por medio de mecanismos biológicos no siempre aclarados. Los efectos anti-inflamatorios del ejercicio son bien conocidos, relacionándose con sus propiedades terapéuticas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Gómez-Banoy y col, 2014; *J Sports Med Phys Fitness* 12-nov) en el que los investigadores compararon cambios en la concentración sanguínea de citoquinas anti-inflamatorias (sTNFR1, receptor soluble del factor de necrosis tumoral) y pro-inflamatorias (IL-1) durante la realización de ejercicio de intensidad moderada en sujetos sedentarios y entrenados. Las muestras se analizaron antes del ejercicio, cada 3 min durante el ejercicio, y 15 y 30 min después de finalizar el mismo. Los resultados mostraron un aumento de la concentración de sTNFR1 tanto en entrenados como en sedentarios, siendo mayores significativamente en entrenados vs sedentarios. No se observaron diferencias en la concentración de IL-1 entre grupos.

Los resultados de este estudio confirman que el ejercicio de intensidad moderada tiene propiedades anti-inflamatorias para el organismo. Dado que un aumento del status pro-inflamatorio se ha relacionado con diferentes patologías crónicas, como el cáncer o la diabetes tipo II, el ejercicio por medio de sus propiedades anti-inflamatorias se comporta como factor preventivo de muchas enfermedades crónicas.

Omega-3 y rendimiento

El ejercicio de alta intensidad se asocia a un aumento del estrés oxidativo y respuesta inflamatoria, contribuyendo a la fatiga muscular y al descenso del rendimiento. Los ácidos grasos poli-insaturados omega-3 (ω 3PUFA) han mostrado su capacidad de disminuir la producción de eicosanoides (moléculas de carácter lipídico originadas de la oxigenación de los ácidos grasos esenciales) inflamatorios, citoquinas y especies reactivas del oxígeno, manifestando efectos inmunomoduladores y atenuando el status inflamatorio. Solo unos pocos estudios han valorado los posibles efectos de los ω 3PUFA sobre el rendimiento. Recientemente se ha publicado una revisión (*Shei y col, 2014; Mil Med 179: 144-56*) sobre el tema, sugiriendo que no se puede asegurar que los ω 3PUFA tengan efectos ergogénicos sobre el rendimiento. Futuros estudios deberán investigar los posibles efectos ergogénicos de los ω 3PUFA en sesiones de ejercicio sucesivas (varias por día).

Aunque la suplementación con ω 3PUFA es recomendada de forma extensiva en la población en general, y en los deportistas de resistencia aeróbica en particular, aún faltan evidencias para poder asegurar sus efectos ergogénicos, a pesar de que trabajos recientes han vinculado la suplementación a mejoras del VO_2max , función endotelial, etc.

Tendencia de la velocidad en resistencia aeróbica

En las grandes pruebas ciclistas por etapas se ha mostrado un descenso del rendimiento en la última década, habiéndose interpretado como una evidencia de la eficacia de las medidas antidopaje puestas en marcha por los organismos internacionales. Recientemente se ha publicado un estudio (Kruse y col, 2014; PLoS One 19-nov) cuyo objetivo fue analizar las tendencias de velocidad en los atletas de clase mundial de 5000, 10000 y maratón entre 1980 y 2013. Se recogieron los 40 mejores registros de cada prueba y año para realizar un análisis de regresión. Para las tres distancias, se observaron mejoras en el rendimiento acumulado en la década de 1990 hasta mediados de los 2000. A partir de esta fecha ha habido una mejora limitada en el 5000 m y 10.000 m, y los records mundiales establecidos durante ese tiempo permanecen vigentes hoy, marcando el mayor período de tiempo entre nuevos registros desde principios de la década de 1940. Por el contrario la velocidad de maratón sigue aumentando y el récord mundial se ha reducido en cinco ocasiones desde 2007, incluida en el 2014. Si bien las tendencias de velocidad para 5.000 m y 10.000 m muestran similitud con la que se observa en el ciclismo de élite, la carrera de maratón escapa a esa tendencia.

Dado que este comportamiento, en mi opinión, no puede ser achacable a mejoras en los sistemas de entrenamiento en maratón vs 5 ó 10 K, ni a influencia en la lucha contra el dopaje, ni a cambios genéticos, ni siquiera a la alimentación o al equipamiento, pienso que son los premios en metálico destinados al maratón, lo que atrae hacia esta prueba a los corredores de elite. Y es que la relevancia social asociada a la victoria en maratón es muy superior a ganar una prueba de 5 k.

Entrenamiento cardiaco periférico (Peripheral heart action training)

El entrenamiento cardiaco periférico (Peripheral heart action training, PHA) es en realidad una modalidad de entrenamiento en circuito de alta intensidad que consiste básicamente en alternar grupos musculares de la parte superior e inferior del cuerpo. Esta modalidad de entrenamiento que ha demostrado su eficacia tanto en el aumento de la fuerza, como de la resistencia aeróbica fue de alguna manera una de las semillas que dio lugar al nacimiento del crossfit actual. Durante este tipo de entrenamiento, la sangre ha de dirigirse alternativamente a los grupos musculares activos, agonistas y antagonistas y parte superior e inferior del cuerpo, lo que obliga a una respuesta circulatoria exigente, con unas adaptaciones esperadas interesantes fisiológicamente. La necesidad de responder a ese stress circulatorio obliga al corazón a un trabajo importante, debiendo aumentar especialmente la contractilidad (el retorno venoso podrá estar relativamente comprometido) para aumentar el gasto cardiaco, asociándose esta respuesta a nuevas adaptaciones, en este caso, cardiacas. Como consecuencia de las adaptaciones referidas, el $VO_2\text{max}$ aumentará. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Piras y col, 2014; Eur J Appl Physiol 27-nov) en el que los autores evaluaron los efectos del PHA en comparación con un entrenamiento de alta intensidad (HIT) sobre cambios en la regulación autonómica cardiaca y Fitness cardiorrespiratorio. Dieciocho sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a dos grupos de entrenamiento, PHA y HIT. Los resultados mostraron como después de 30 sesiones de entrenamiento (3 meses) el PHA se asoció a una mejora de la fuerza y del $VO_2\text{max}$, con un descenso del componente simpático y un aumento de la modulación vagal cardiaca.

La modalidad de entrenamiento en circuito la vienen utilizando los entrenadores desde siempre, habiendo ido adquiriendo diferentes denominaciones en función del impacto comercial deseado. Fisiológicamente, es especialmente estresante para el sistema cardiocirculatorio, con adaptaciones periféricas (metabolismo, fuerza, etc.) notables. Bajo mi punto de vista es una de las opciones de entrenamiento más interesantes para la mayoría de la población que busca en el ejercicio salud y "estética atlética".

Intensidad de ejercicio en supervivientes de cáncer

No existe una recomendación única de actividad física en supervivientes de cáncer ya que cada enfermo tendrá sus propias características en función del tipo de cáncer, del tratamiento recibido y de la capacidad funcional previa al tratamiento o diagnóstico. En general, se tiende al recomendar a estos enfermos las mismas recomendaciones que se utilizan en personas sanas, al no haber guías específicas de actividad física recomendada en estos enfermos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Gil-Rey y col, 2014; *Int J Sports Med* 27-nov), después de reclutar a 152 sujetos no activos y sobrevivientes de cáncer, a los que se sometió a una prueba de esfuerzo, determinando VO_2 max y umbrales ventilatorios 1 y 2. Las guías de prescripción de ejercicio empleadas en estos enfermos, difieren de las recomendaciones a sanos. Así, la intensidad correspondió al 55-70% FCmax y 23-48% de la frecuencia cardiaca de reserva, lo que no corresponde a la recomendación del Colegio Americano de Medicina del Deporte para sujetos sanos.

Los supervivientes de cáncer deben hacer ejercicio, y bajo mi punto de vista las características de este deben recaer en los profesionales de ciencias del deporte, pero es imprescindible que la estructura del programa de ejercicio se base en el conocimiento no solo de la fisiopatología de la enfermedad, sino también en los efectos de los tratamientos aplicados.

HIT y HMB

El β -hidroxi- β -metil-butirato (HMB) es una ayuda ergogénica categoría II (posiblemente eficaz) que no ha mostrado efectos perjudiciales para la salud. Es un metabolito de la oxidación de la leucina que ha sido relacionado con la síntesis de proteínas por diferentes mecanismos de acción: 1) Regulación al alza de la expresión del gen IGF-1 en los músculos esqueléticos. (MRFs: factores reguladores miogénicos secundarios); 2) estimulación de la síntesis de proteínas activando la vía de señalización mTOR. mTOR es una enzima (proteína quinasa) que responde a estímulos mecánicos, hormonales y nutricionales, controlando el crecimiento celular; y 3) sistema ubiquitin-proteasoma. Es un sistema proteolítico dependiente del ATP. El HMB parece inhibir este sistema proteolítico. Por otra parte, el HMB también se le ha relacionado como factor de protección del daño muscular. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Robinson y col, 2014; *J Int Soc Sports Nutr* 11: 16) cuyo objetivo fue examinar los efectos de la suplementación con HMB más el entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad (HIT), sobre el VO_2 max, umbrales ventilatorios y tiempo hasta el agotamiento. Los sujetos del estudio fueron distribuidos aleatoriamente en un grupo que realizó entrenamiento HIT (12 sesiones al 80-120% W_{max} , 5-6 intervalos de 2 min con 1 min de recuperación, en 4 semanas) y otro que realizó el mismo entrenamiento HIT más una suplementación con HMB (3 g/día). También se habilitó un grupo control. Los resultados mostraron que el grupo HIT+HMB aumentó significativamente más el VO_2 max y el umbral ventilatorio 1, en comparación al grupo que no recibió HMB. Así pues, los datos sugieren que la administración de HMB en el contexto de un entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad (HIT) puede provocar mayores mejoras en el VO_2 max y en el umbral ventilatorio.

Estos datos aportan nuevas evidencias que justifican la suplementación con HMB en los deportistas de resistencia aeróbica, especialmente en las fases de la planificación en la que los músculos deben soportar más cargas. El HIT pertenece a esa categoría de entrenamientos exigentes para el sistema neuromuscular, lo que justifica el aporte de HMB como ayuda ergogénica posiblemente eficaz.

Entrenamiento concurrente en edad avanzada

Está en debate la secuencia óptima en el entrenamiento concurrente, con algo más de peso del entrenamiento de resistencia aeróbica precediendo al de fuerza. En sujetos mayores de edad (> de 65 años), los objetivos del entrenamiento habitualmente están alejados del ámbito deportivo y más cercanos al área de la salud, lo que condiciona la propia estructura del entrenamiento. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Wilhelm y col, 2014; Exp Gerontol 60C: 207-214*) en el que los autores investigaron si el orden de ejecución del entrenamiento de fuerza y resistencia aeróbica afectaban a las adaptaciones neuromusculares y funcionales alcanzadas. Participaron sujetos de ~65 años, que entrenaron durante 12 semanas. El grupo se dividió en aquellos que entrenaron primero fuerza y después resistencia aeróbica (SE), y aquellos que primero entrenaron resistencia aeróbica (ES). Se evaluó antes y después del programa de entrenamiento 1RM y potencia pico de extensión de rodilla, test sit and stand de 30s, y actividad electromiográfica del resto femoral. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en las adaptaciones logradas en el periodo de entrenamiento entre las dos secuencias de orden de ejecución, mejorando en ambos la fuerza máxima (1RM), la potencia muscular, el test sit & stand, y la actividad electromiográfica. Los resultados demuestran que el entrenamiento concurrente (2 sesiones/semana) aumenta el rendimiento muscular y la capacidad funcional de sujetos de hombres avanzada, independientemente del orden ejecutado en la sesión.

Aunque en este estudio no lo investigaron, los argumentos a favor de la secuencia "aeróbico-fuerza" son más consistentes, pudiendo extender esta recomendación también a los sujetos de edad avanzada.

Determinantes fisiológicos del rendimiento en resistencia aeróbica

Tres son los pilares fisiológicos en los que se asienta el rendimiento de resistencia aeróbica: $VO_2\text{max}$, umbral láctico y eficiencia. Estos importantes condicionantes fisiológicos están interrelacionados entre sí por mecanismos complejos, que implican otras variables fisiológicas y bioquímicas. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Jacobs y col, 2014; *J Appl Physiol* 111:1422-30) en el que de 150 variables fisiológicas se identificaron las 10 más relevantes que podían condicionar el rendimiento en ciclistas. Esas variables se correlacionaron con el tiempo en una contrarreloj de 26 k y con la carga máxima alcanzada en una prueba de esfuerzo. La potencia media sostenida en los 26 k se atribuyó en orden de importancia a: capacidad de forforilación oxidativa del vasto lateral, concentración de lactato a intensidad submáxima y máxima oxigenación de los músculos de las piernas, pudiendo explicar el 78% de la variación en el rendimiento en 26 k. Por otra parte, la máxima carga en la prueba de esfuerzo (W_{max}) se atribuyó a: masa total de hemoglobina, $VO_2\text{max}$ y máxima oxigenación de las piernas.

Así pues, algunos conceptos fisiológicos que hemos de tener muy en cuenta para estructurar los planes de entrenamiento son: 1) la capacidad oxidativa muscular (es decir, la funcionalidad mitocondrial) es el principal predictor del rendimiento en una prueba ciclista de 26 k; 2) La masa total de hemoglobina es el principal predictor del W_{max} ; y 3) el rendimiento conjunto (contrarreloj + W_{max}) está relacionado con la capacidad de transporte de oxígeno, elevado $VO_2\text{max}$ y masa total de hemoglobina, además de la función mitocondrial. Teniendo en cuenta estos datos, el entrenador puede seleccionar las modalidades de entrenamiento que más incidan en las variables fisiológicas que condicionan realmente el rendimiento de resistencia aeróbica.

Corredores keniatas y rendimiento

Los corredores keniatas dominan las pruebas de resistencia aeróbica desde hace años, y es muy posible que siga siendo así en las próximas décadas. Se han esgrimido diferentes factores biomecánicos, fisiológicos y sociales para justificar la superioridad de estos atletas, pero aún se siguen investigando variables de diferenciación. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Sano y col, 2014; Eur J Appl Physiol 5-dic*) en el que los autores estudiaron los perfiles de activación muscular y la interacción músculo-tendón en atletas keniatas y en corredores japoneses de elite. Se aplicaron técnicas de ultrasonografía y cinemática con electromiografía de superficie, obteniendo datos a velocidades de carrera de 9,0 y 13,9 km/h. Los resultados mostraron que los tiempos de contacto y de vuelo fueron similares en los dos grupos. A diferencia de los corredores japoneses, los keniatas durante el contacto manifestaron menor estiramiento y amplitud de acortamiento del tejido tendinoso del músculo gastrocnemio medial, pero mayor contribución tendinosa a la unidad de acortamiento músculo-tendón. Los fascículos del músculo gastrocnemio medial de los keniatas eran más cortos, no solo en reposo, sino también durante la fase de contacto en ambas velocidades de carrera. Se observó una correlación negativa entre el momento del tendón de Aquiles y el acortamiento del fascículo del gastrocnemio medial durante el contacto. En contraste, los corredores japoneses presentaron la clásica activación muscular del ciclo estiramiento-acortamiento con alta actividad EMG durante la fase de frenado de la zancada.

Esos hallazgos proveen de nuevos argumentos en relación a las características estructurales musculares de los keniatas, resultantes de una reducción del ciclo estiramiento-acortamiento, junto con menor activación muscular durante el contacto en velocidades submáximas, lo que les hace ser más eficientes durante la carrera.

Beta-alanina y rendimiento

La beta-alanina es una ayuda ergogénica categoría II (posiblemente eficaz), y se utiliza para lograr mayores concentraciones musculares de carnosina, habiéndose demostrado que la ingesta oral de beta-alanina se asocia a un aumento de la concentración intramuscular de carnosina. La carnosina es un dipéptido (histidina + beta-alanina) que se acumula en el tejido muscular esquelético y tiene como una de sus funciones principales su capacidad buffer frente a la acidosis, lo que se ha relacionado con una mejora del rendimiento en aquellas disciplinas de alta intensidad. También se ha relacionado su función con la regulación del calcio (acoplamiento excitación-contracción) y sus propiedades antioxidantes, siendo estas últimas de posible aplicación clínica. Algunas investigaciones han observado mejoras en el máximo estado estable del lactato después de 28 días de suplementación.

Ante las evidencias científicas, y la ausencia de efectos secundarios, recomiendo la suplementación con beta-alanina (6 g/día) no solo en actividades de alta intensidad en las que la acidosis puede ser un limitante (ej. natación), sino también en deportes de resistencia aeróbica. Al igual que otros "alcalinizantes" su prescripción no está indicada en el periodo de entrenamiento, sino en la competición.

Estrategia correr/caminar en maratón

Ya hemos comentado en diferentes ocasiones que para la gran mayoría de los corredores de maratón aficionados, el principal factor limitante el día de la carrera es el muscular. A pesar de que la evidencia científica e incluso la propia experiencia del atleta en cada maratón así lo muestran, la gran mayoría de los corredores de maratón aficionados siguen sin entrenar fuerza como elemento clave y prioritario en sus planificaciones. Así el estrés muscular se convierte en la clave del resultado de la mítica prueba para muchos de ellos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Hottenrott y col, 2014; J Sci Med Sport 13-nov*) en el que los autores estudiaron si una estrategia de correr/andar en corredores novatos y lentos (>4 h) podría reducir el estrés cardiovascular y muscular durante la carrera de maratón. Los corredores del estudio caminaron cada 2,5 k durante 60 s a una velocidad seleccionada por ellos mismos para que les resultara confortable. Los resultados mostraron que el tiempo final de carrera fue similar con la estrategia correr/andar (4 h 14:25 ±19:51) que solo corriendo (4 h 7:40 ±27:15). Solo hubo 2 corredores que manifestaron aumento transitorio de marcadores de daño cardiaco. En ambos grupos los marcadores de daño muscular aumentaron de manera similar, pero los que adoptaron la estrategia correr/andar manifestaron menos dolor muscular y sensación de fatiga.

Sinceramente pienso. Pero el hecho es que hay un número de corredores bastante elevado que debido a la insuficiente preparación van a tener que afrontar la última parte de la carrera en condiciones muy duras. Teniendo en cuenta que el objetivo de muchos corredores es finalizar en las mejores condiciones posibles, quizás deberían adoptar estrategias de carrera (ej. correr/andar) que les permitiera finalizar la prueba con menor sufrimiento muscular. En cualquier caso pensando que la carrera de maratón está para correr, no para andar.

Entrenamiento concurrente en ciclistas

El entrenamiento de fuerza hace años que ocupa un lugar importante en la estructura de los programas de rendimiento de ciclistas de resistencia aeróbica. Como diseñar, planificar y ejecutar ese entrenamiento es objeto de debate. En general se conoce que la señalización molecular de la biogénesis mitocondrial aumenta cuando se añade entrenamiento de fuerza al entrenamiento de resistencia aeróbica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Psilander y col, 2014; Scand J Med Sci Sports 1-dic*) cuyo objetivo fue examinar si este entrenamiento concurrente mejora realmente el contenido mitocondrial y el rendimiento. Ciclistas moderadamente entrenados realizaron durante 8 semanas, 2 sesiones/semana, de entrenamiento de resistencia aeróbica solo (E; 60 min) o entrenamiento de resistencia aeróbica seguido de entrenamiento de fuerza (ES, 60 min ciclismo + prensa de piernas). Se obtuvieron muestras musculares por biopsia antes y después del periodo de entrenamiento, analizando actividad enzimática y contenido proteico. Los resultados mostraron como solo el grupo ES mejoró la fuerza de las piernas (+19%), la potencia pico en sprint (+5%) y la resistencia aeróbica de corta duración (+9%). En contraste, solo el grupo E mejoró la actividad de la enzima citrato sintasa (+11%) (enzima principal aeróbica), la intensidad en el umbral láctico (+3%) y el rendimiento en resistencia de larga duración (+4%). Ni las proteínas mitocondriales, ni la economía de pedaleo se vieron afectados por el entrenamiento.

Este estudio sugiere que el entrenamiento concurrente (resistencia aeróbica + fuerza) no parece aportar ventajas significativas a las adaptaciones propias del ciclismo, especialmente a la capacidad aeróbica, uno de los pilares básicos sobre el que se asienta el rendimiento del ciclista.

Plasma rico en plaquetas y osteoartritis de rodilla

La afectación del cartílago articular, especialmente de las rodillas, es muy frecuente entre deportistas, especialmente en aquellos que practican actividades de impacto. En los últimos años se están utilizando las inyecciones intra-articulares de plasma rico en plaquetas (PRP) como parte del tratamiento. Consiste en la aplicación de plasma del propio individuo con una elevada concentración de plaquetas, que se activan para que liberen los factores de crecimiento y sustancias activas en los gránulos α . El objetivo es estimular la regeneración del tejido dañado, pero su efectividad es controvertida. Recientemente se han publicado los resultados de un meta-análisis (*Laudy y col, 2014; Br J Sports Med 21-nov*) en el que los autores investigaron los efectos de la inyección de PRP en pacientes con osteoartritis de rodilla, en base a descenso de dolor, mejora de la función y cambios en la imagen radiológica de la rodilla. Se analizaron 10 ensayos clínicos. Los resultados mostraron que la inyección intraarticular de PRP fue redujo más el dolor en comparación al placebo a los 6 meses post-tratamiento. Al comparar los efectos con el tratamiento con ácido hialurónico, se mostró una diferencia en la reducción del dolor a favor de PRP a los 6 meses post-inyección. Los resultados también mostraron una mejora en la función con PRP pero con evidencia moderada.

Los resultados del meta-análisis señalan efectividad con el tratamiento con plasma rico en plaquetas en la osteoartritis de rodilla pero con un amplio sesgo en los resultados. Esto indica, que no se puede asegurar que el tratamiento sea realmente efectivo, o al menos tan efectivo como a veces se quiere mostrar.

Oxigenación cerebral en corredores keniatas

Siguen publicándose resultados de estudios que tratan de dar explicaciones sobre la superioridad del atleta africano en las últimas décadas. Las aproximaciones al problema se han realizado desde diferentes enfoques, pero hasta ahora no se habían valorado posibles diferencias en la oxigenación cerebral durante el ejercicio; en concreto, sobre el aporte de oxígeno al lóbulo prefrontal, que está asociado al control del movimiento. Se sabe que cuando la oxigenación disminuye la actividad neuronal de la zona desciende, lo que inevitablemente implicaría un descenso del rendimiento muscular. Recientemente un relevante investigador español ha publicado los resultados de un estudio (*Santos-Concejero J y col, 2014; J Appl Physiol 20-nov*) cuyo objetivo fue analizar la respuesta de la oxigenación cerebral en atletas keniatas durante un ejercicio de intensidad progresivamente creciente. Se escogieron 15 corredores kenianos con marcas en media maratón entre 1,01 y 1,03, realizando una prueba de esfuerzo hasta el agotamiento para medir los niveles de oxihemoglobina, deoxihemoglobina, el flujo sanguíneo y la saturación arterial, entre otros parámetros. Los resultados mostraron que los atletas fueron capaces de mantener su flujo cerebral en una prueba de 5 k realizada a la máxima intensidad, pero sin embargo durante una prueba de esfuerzo hasta el agotamiento no se pudo evidenciar este comportamiento. Uno de los posibles motivos de este comportamiento podría ser la exposición a la altura desde la niñez, que conllevaría beneficios tales como el incremento de la masa ventricular, mejor coordinación motora, menores niveles de citoquinas circulantes y un mayor crecimiento neuronal como consecuencia de una mayor vascularización del encéfalo.

Un aporte más para ayudarnos a entender la superioridad manifiesta de los atletas keniatas en pruebas de atletismo de resistencia aeróbica.

Estiramiento y modificaciones en la estructura muscular

Los estiramientos han sido y son cuestionados por sus posibles efectos negativos sobre el rendimiento, especialmente cuando se asocian a entrenamiento de fuerza. Sin embargo, los estiramientos en sí mismos como modalidad de entrenamiento de la cualidad del fitness “flexibilidad” ó “rango articular”, ha mostrado sus efectos positivos. Hasta la fecha los estudios publicados no han observado cambios en la arquitectura muscular asociados a entrenamiento con estiramientos estáticos, argumentando que ni la intensidad, ni la duración del estímulo eran suficientes para ocasionar modificaciones. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Freitas y Mil-Homens, 2014; J Strength Cond Res 5-dic*) en el que los autores efectuaron un programa de estiramiento de alta intensidad sobre los flexores de la rodilla de 8 semanas de duración, observado posibles efectos sobre la arquitectura de la porción larga del bíceps femoral (BF). Los voluntarios realizaron una media de 3 sesiones/semana, mientras que un grupo control no realizó estiramientos. Se evaluaron el rango articular de la rodilla (ROM), longitud de fascículos del BF (FL), y ángulo de pennación y espesor en BF, antes y después de la intervención. Los resultados mostraron un aumento significativo de FL (+12,3 mm, $p=0,04$) y ROM máximo (+14,2º, $p=0,04$) en el grupo de estiramiento después de la intervención. No se observaron cambios en otros parámetros, ni en el grupo control.

Los resultados de este estudio son interesantes porque demuestran por primera vez cambios en la arquitectura muscular (longitud fascículos musculares), que de confirmarse avalarían los incrementos de fuerza que se han asociado a los programas de estiramiento. Bajo mi punto de vista, el entrenamiento con estiramientos debe contemplarse como una parte inherente a cualquier programa de salud o rendimiento, independientemente de que pueda llegar a provocar interferencias cuando se administra simultáneamente con otras modalidades de entrenamiento.

Miel, ejercicio y “condición hipogonadal”

Distintos estudios han relacionado el entrenamiento de resistencia aeróbica con efectos negativos sobre el perfil hormonal reproductivo en hombres. Específicamente en los deportistas de resistencia aeróbica se ha observado un descenso de testosterona libre y total en reposo, sin elevación de la LH. El mecanismo por el que se produce el descenso de la testosterona no está claro pero puede que esté ligado a un desajuste en el eje hipotámico-hipófisis-testicular. En este escenario (bajos niveles de testosterona) pueden existir problemas en la espermatogénesis, como elemento negativo, y ganar en protección de la salud cardiovascular, como elemento positivo. En este contexto, hace un par de años se publicaron los resultados de un estudio (*Tartibian y Maleki, 2012; J Androl 33: 449-61*) cuyo objetivo fue examinar los efectos de la suplementación con miel sobre citoquinas seminales, marcadores de estrés oxidativo y antioxidantes en ciclistas de carretera (18-28 años). Los sujetos del grupo experimental ingirieron 70 g de miel antes de cada entrenamiento durante las 8 semanas que duro el estudio. Los resultados mostraron que la suplementación con miel podría atenuar los efectos del entrenamiento de resistencia aeróbica sobre la espermatogénesis y la fertilidad de los ciclistas.

Sauna y rendimiento

Los efectos fisiológicos de la sauna podría mejorar el rendimiento deportivo en resistencia aeróbica. La principal adaptación de la sauna en relación al rendimiento es la expansión del volumen plasmático, que a su vez es una de las adaptaciones más notorias de los deportistas de resistencia aeróbica y que se refleja con hematocritos bajos cercanos a 40. El aumento del volumen plasmático permite mejorar el rendimiento cardiaco (menor viscosidad de la sangre), y con ello probablemente el $VO_2\text{max}$, al tiempo que permite una reserva adicional de agua para los procesos de termorregulación por la sudoración. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Stanley y col, 2014; Eur J Appl Physiol 29-nov*) en el que se investigó los efectos de la sauna post-ejercicio sobre la expansión del volumen plasmático y otras variables. La exposición a la sauna consistió en 30 min (87°C, 11% humedad relativa) realizándose durante 10 días después del entrenamiento. Los resultados mostraron un aumento significativo del volumen plasmático (+17,8%) después de 4 sesiones de sauna. Resultados similares fueron observados por Scoon y col, 2007 (*J Sci Med Sport 10: 259-62*) después de 3 semanas de exposición a la sauna después del ejercicio. En este caso, los corredores aumentaron su volumen plasmático un 7,1%, mejorando el rendimiento (tiempo hasta la fatiga a ritmo 5 k) de manera significativa.

Futuros estudios deben clarificar la verdadera vinculación de la sauna con el rendimiento, pero hasta entonces, tomar una sauna después de entrenar estaría justificado al contribuir a la expansión del volumen plasmático.

Entrenamiento concurrente (aeróbico – fuerza) en corredores

Las investigaciones sobre el entrenamiento concurrente (resistencia aeróbica y fuerza) se multiplican en los últimos meses por su importancia práctica. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio realizado con corredores (Schumann y col, 2014; *Appl Physiol Nutr Metab* 15:1-9) en el que los autores investigaron los efectos de un entrenamiento aeróbico (E) frente a un entrenamiento en el que se combinaba la resistencia aeróbica con la fuerza en la misma sesión (E+S), sobre el rendimiento en 1000 m, así como el valor 1RM en prensa de piernas. También se valoraron concentraciones hormonales séricas. El entrenamiento aeróbico fue idéntico en los dos grupos (4-6 sesiones/semana durante 24 semanas; 35-45 min al 65-85% FCmax), y el entrenamiento de fuerza (fuerza máxima y explosiva, 2 sesiones/semana), realizado inmediatamente después del entrenamiento aeróbico. Los resultados mostraron que con ambos protocolos mejoró el tiempo en 1000 m desde la semana 12. El rendimiento en fuerza empeoró en el grupo E a la 24 semanas, pero se mantuvo en el grupo E+S. Los cambios y respuestas hormonales fueron similares en ambos grupos.

Aunque este estudio no muestra beneficios significativos en el rendimiento del corredor al añadir entrenamiento de fuerza, bajo mi punto de vista, hay que significar que la distancia utilizada para valorar el rendimiento de resistencia aeróbica quizás no fuera la más favorecedora para evidenciar las adaptaciones asociadas al entrenamiento de fuerza. Por otra parte, y en referencia al entrenamiento de fuerza en corredores, la especificidad del mismo (alto componente excéntrico) también debe resaltarse si se quieren obtener mejoras del rendimiento en pruebas de duración prolongada. En cualquier caso, hay que tener en cuenta la propia interferencia del entrenamiento concurrente, aunque evidentemente sea más práctico entrenar ambas modalidades en la misma sesión.

Anticonceptivos orales y oxidación de grasas

Los anticonceptivos orales (OC) son utilizados por miles de mujeres deportistas en todo el mundo. Los OC contienen hormonas ováricas sintéticas que podrían alterar la capacidad aeróbica y el metabolismo de los lípidos. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Isacco y col, 2014; *Eur J Appl Physiol* 18-dic) en el que los investigadores valoraron las diferencias entre mujeres que tomaban OC y las que no lo hacían en relación a parámetros cardiorrespiratorios en el umbral anaeróbico y máximo esfuerzo, así como en los valores de máximo metabolismo de las grasas. Tomaron parte del estudio mujeres no entrenadas. Los resultados mostraron que las mujeres que tomaron OC no mostraron diferencias significativas en las variables cardiorrespiratorias asociadas al umbral anaeróbico o máximo esfuerzo. Sin embargo, si mostraron un aumento de la tasa de oxidación de las grasas, así como de la intensidad asociada a la máxima oxidación (FATmax).

Las deportistas que toman anticonceptivos orales no parece que vean afectado su rendimiento aeróbico en lo relacionado con la respuesta cardiorrespiratoria. Sin embargo, si se han descrito modificaciones en el metabolismo, con diferentes respuestas del lactato sanguíneo en el esfuerzo. Este estudio además, sugiere un aumento del metabolismo de las grasas, hecho que de confirmarse podría contemplarse como una ayuda ergogénica en resistencia aeróbica

Ángulo de penneación muscular y entrenamiento

El ángulo de penneación se refiere al ángulo que se forma entre las fibras y fascículos musculares y la línea de tensión de carga. Si las fibras musculares se disponen paralelas al eje longitudinal del músculo, hablamos de músculos fusiformes, mientras que, si se conforman según un ángulo de inserción a la aponeurosis, hablamos de músculos penniformes. La disposición de las fibras musculares formando ángulo con una supuesta línea recta que fuera de tendón a tendón se asemeja en cierto modo a la disposición de los flecos de las plumas respecto a su línea central o cañón. Por tanto, dos músculos de idéntica longitud y composición de fibras pero de diferente ángulo de penneación se acortarán de modo diferente. En definitiva, el efecto del ángulo de penneación aumenta el número de fibras musculares que pueden contener un determinado volumen, facilitando la producción neta de tensión muscular. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Murach y col, 2014; *Appl Physiol Nutr Metab* 12: 1-4) en el que los autores valoraron la arquitectura de los músculos gastrocnemio lateral (LG) y vasto lateral (VL) en corredores de resistencia aeróbica antes y después de 12 semanas de entrenamiento de maratón. Los resultados mostraron un descenso de la longitud fascicular del 10% en LG mientras que el ángulo de penneación aumentó un 17%. Se observó una correlación significativa entre los cambios del ángulo de penneación y los niveles de lactato. No se observaron modificaciones en VL.

Esta es la primera evidencia de modificaciones en la arquitectura muscular debida al entrenamiento de carrera. Este hallazgo no hace sino reforzar las bases fisiológicas del entrenamiento de resistencia aeróbica aplicado a la carrera de maratón. Seguramente, el volumen de entrenamiento sea un elemento fundamental para provocar estas adaptaciones tan ventajosas para el corredor.

Tiempo óptimo de entrenamiento en ayunas

La regulación de la producción de glucosa para el mantenimiento de la glucemia durante el ejercicio en condiciones de ayuno no ha sido muy estudiado. Después de una noche de ayuno, la gluconeogénesis (GNG) aporta el 25-30% de la producción total de glucosa en los músculos en reposo, mientras que el resto es aportado por la glucogenolisis hepática (GLY). Esta distribución relativa aumenta a favor de la GNG según se prolongue el estado de ayunas o disminuya las reservas de glucógeno muscular. Así, después de 40 h de ayuno, la GNG aporta cerca del 90% de la producción de glucosa. Durante el ejercicio submáximo aumenta la demanda de glucosa por las células musculares, lo que obliga a un aporte mayor de glucosa a la sangre para evitar una hipoglucemia. En contraste al reposo, la contribución relativa de la GNG a la producción total de glucosa disminuye en ejercicios de alta intensidad. Ya que las reservas de glucógeno hepático son parcialmente deplecionadas durante una noche de ayuno, la combinación de una limitada GLY y una atenuada GNG pueden provocar episodios de hipoglucemia más allá de los 90 min de ejercicio a intensidades correspondientes a umbral láctico (~65% VO_2max).

Así pues y desde un punto de vista práctico, si se decide por sesiones de “entrenamiento en ayunas” (~8-9 h) la duración del entrenamiento no debería superar los 90 min a intensidad umbral láctico. Sin embargo, si la intensidad es menor (aprox. -10% umbral láctico) estaríamos en zona de máxima oxidación de las grasas, con lo que la duración de la sesión de ejercicio podría aumentar muy significativamente hasta las 3 h. Esta segunda opción parece más justificada para aquellos que buscan adaptaciones metabólicas asociadas al “entrenamiento en ayunas”.

Ejercicio en hipertensos: valorando el riesgo

Que el ejercicio es recomendable en pacientes hipertensos nadie lo duda, pero la prescripción de un plan de ejercicio debe basarse en el estado fisiopatológico y clínico de cada paciente. Esto significa que no hay dos pacientes hipertensos iguales, y por consiguiente no deberían existir prescripciones genéricas de ejercicio de aplicación a todos los hipertensos. Por ejemplo, en los últimos dos años estamos asistiendo a la irrupción del ejercicio de alta intensidad aplicado a pacientes hipertensos, pero he de recordar que estos estudios se realizan bajo condiciones muy estrictas de control médico, lo que significa que no podemos extender esas recomendaciones, por mucho que los resultados de los estudios sean muy favorables, a todos los pacientes hipertensos. Como norma general, los pacientes hipertensos deberían realizar ejercicio aeróbico (~umbral láctico) casi todos los días de la semana, pero esa prescripción debe realizarse con la dosificación adecuada dependiendo del grado de hipertensión, de la capacidad del paciente, de los medicamentos que toma, de otras enfermedades o factores de riesgo asociados, y finalmente del grado de control de la hipertensión y especialmente de la respuesta al ejercicio. Todo lo anterior es también válido en la prescripción del entrenamiento de fuerza, pero haciendo más énfasis si cabe en el control de la respuesta a esta modalidad de entrenamiento. La pregunta es: ¿pero realmente esto se hace así?. En mi opinión, la respuesta es no. A cambio, existe una conducta demasiado laxa a la hora de recomendar (que no de prescribir) ejercicio a estos pacientes sin ningún control de respuesta al ejercicio, y con muy escaso conocimiento del riesgo asociado a la realización de ejercicio.

El ejercicio debe formar parte del tratamiento que prescribe el médico para controlar la enfermedad, pero tanto este como prescriptor, como el fisioterapeuta/kinesiólogo ó licenciado/graduado en ciencias del deporte como ejecutores de esa prescripción deben estar lo suficientemente formados en fisiología clínica del ejercicio para hacer del ejercicio una herramienta terapéutica eficaz, pero sobre todo segura.

Hipoxia normobárica vs hipoxia hipobárica

Desde hace algunos años los deportistas se basan en el axioma “*Live High-Train Low*” para tratar de mejorar su rendimiento en base a las adaptaciones obtenidas con la exposición sostenida a bajas presiones de oxígeno. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (Saugy y col, 2014; *PLoS One* 17dic) en el que los autores investigaron los cambios en distintas variables fisiológicas así como en el rendimiento después de someter a deportistas entrenados a 18 días de exposición a condiciones de hipoxia-hipobárica ó hipoxia-normobárica simulando una altura de 2250 m ($PiO_2 = 121,7$ mmHg), mientras entrenaban a 1100-1200 m. Los resultados mostraron que justo al finalizar el periodo de exposición se objetivaron aumentos similares del VO_2max (5,2-6,1%) y de la masa de hemoglobina (2,6-3,4%), mientras que el rendimiento en una prueba de 3 k no mejoró en ninguno de los grupos. Sin embargo, 21 días después de finalizar la exposición el rendimiento en 3 k fue mejor en el grupo de hipoxia-hipobárica. Los autores justifican esas diferencias por la mayor exposición hipóxica en condiciones de hipoxia-hipobárica, generando un mayor estímulo hipóxico.

Las adaptaciones vinculadas a la exposición prolongada a bajas presiones de oxígeno han mostrado su relación con la mejora del rendimiento en muchas disciplinas deportivas, especialmente en resistencia aeróbica. Esto no significa que las versiones “light” de exposición de un fin de semana logren ni siquiera una mínima adaptación vinculada al rendimiento. Estas “mini-estancias en hipoxia” cumplen su papel comercial y de negocio, pero están muy alejadas de poder considerarse ayudas ergogénicas para el deportista.

Ejercicio en hemodiálisis

La hemodiálisis es una terapia de sustitución renal, que tiene como finalidad suplir parcialmente la función de los riñones, cuando estos no pueden realizar adecuadamente sus funciones fisiológicas. Los pacientes en hemodiálisis tienen generalmente una baja capacidad funcional. Varios estudios han demostrado los efectos beneficiosos del ejercicio físico en estos pacientes tanto desde el punto de vista de la capacidad funcional como en la esfera psicológica. A pesar de ello, son escasos los pacientes en hemodiálisis a los que se les prescribe un programa de ejercicio. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Esteve Simo y col, 2014; Nephron Clin Pract 17-dic*) cuyo objetivo fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento sobre la función muscular y capacidad funcional en un grupo de pacientes en hemodiálisis. Durante 6 meses un grupo de pacientes fueron asignados a un grupo control o a un grupo ejercicio (fuerza resistencia y ejercicio aeróbico). Los resultados mostraron que los pacientes en el grupo de entrenamiento mejoraron la fuerza del cuádriceps y bíceps, mientras que en los pacientes del grupo control se producía un descenso de la fuerza. El resultado del test de 6 min caminando mejoró un 20% en el grupo de ejercicio, disminuyendo un 10% en el grupo control.

Estos resultados muestran beneficios de los programas de ejercicio en pacientes en hemodiálisis. Los nefrólogos deberían considerar la prescripción de ejercicio como parte del tratamiento de apoyo a estos pacientes. El perfil idóneo de ese programa de ejercicio deberá perfilarse según se avance en el número de pacientes adscritos a los programas.

Carrera en agua en supervivientes de cáncer de mama

El ejercicio ha demostrado su efectividad en múltiples aspectos en pacientes tratados de cáncer en general y en mujeres especialmente en cáncer de mama. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio desarrollado por españoles (Cuesta-Vargas y col, 2014; *Eur J Cancer Care* 23: 15-21) cuyo objetivo fue valorar la efectividad de un programa de ejercicio basado en carrera en agua profunda (DWR) como parte de un programa fisioterápico para pacientes supervivientes de cáncer de mama. Participaron 42 mujeres que habían padecido cáncer primario de mama, y que fueron distribuidas en dos grupos: Control (continuaban con sus actividades normales) y Ejercicio (desarrollaron un programa de ejercicio, que incluía sesión en agua, 3 días/semana, durante 8 semanas). La intensidad de ejercicio en agua se basó en la determinación del umbral láctico con un protocolo diseñado por los autores durante la actividad en el agua. Así, las 4 primeras semanas los niveles medios de lactato sanguíneo alcanzados durante las sesiones de entrenamiento fue de 2 mM/L, mientras que las cuatro últimas semanas alcanzaron una media de 3 mM/L. Los resultados mostraron que las pacientes que realizaron ejercicio en agua manifestaron mejor sensación de salud y calidad de vida (SF-36), así como un descenso de la sensación de fatiga. No se registraron efectos adversos durante el programa de entrenamiento.

Siempre es un placer poder referirme a un estudio de entrenamiento clínico realizado por españoles en España. En este caso, de un grupo de fisioterapeutas de la Universidad de Málaga y Granada de merecido prestigio internacional. Dado el amplio y definitivo aval científico, los pacientes supervivientes de cáncer deben tener la oportunidad de ser incluidos en programas de entrenamiento con el fin de mejorar su calidad de vida, y especialmente reducir la sensación de fatiga asociada a esta patología.

Entrenamiento con vibración en prevención de caídas

A lo largo del pasado siglo la población general española se duplicó, la de mayores de 65 años se multiplicó por 7 y la de octogenarios por 13. Así pasamos de tener un 11% de personas mayores de 65 años en 1981 a casi el 17% en el año 2000. En dicho año había 1.545.994 personas mayores de 80 años censadas en España. Las previsiones para la primera mitad del siglo no sólo no modifican la tendencia, si no que la confirman, situando el porcentaje de mayores de 65 años en un 20% en el año 2021. Esto nos convertiría en el país con mayor porcentaje de personas mayores a nivel mundial en la primera mitad del siglo XXI. Muchos de estos ancianos padecerán fragilidad asociada a inactividad física y sarcopenia y con ello un elevado riesgo de sufrir eventos adversos, y entre estos las caídas. Aproximadamente un 20 a 30% de las personas mayores que se caen sufren lesiones moderadas o graves, tales como hematomas, fracturas de cadera o traumatismos craneoencefálicos. Un 30% de las personas adultas mayores que viven en la comunidad se cae una vez al año, siendo más frecuente en mujeres. Las caídas además, tienen un alto costo económico para la comunidad, por lo que es importante realizar una política de prevención global frente a las caídas en personas ancianas. Diferentes estudios han demostrado su eficacia en la prevención de caídas en esta edad. Recientemente se han publicado los resultados de un estudio (*Ochi y col, 2014; Arch Gerontol Geriatr 2-dic*) en el que los investigadores valoraron los efectos de un entrenamiento basado en ejercicios de equilibrio combinado con ejercicio en plataforma vibratoria. Los autores valoraron durante un sistema de simulación de caída hacia delante, la longitud y velocidad del paso siguiente a la acción de tropiezo, aspecto clave para evitar una caída. Participaron mujeres de edad avanzada que fueron asignadas a un grupo de entrenamiento de equilibrio o a otro de equilibrio + vibración, durante 12 semanas (3 sesiones/semana). Los resultados mostraron que ambos grupos aumentaron la longitud del paso dado después del tropiezo hacia delante, pero solo el grupo que entrenó vibración aumentó la velocidad del mismo. El análisis electromiográfico demostró que el grupo que entrenó en plataforma vibratoria aumentó la actividad eléctrica de los músculos flexores plantares, hecho que justifica el aumento de velocidad del paso tras tropiezo.

Este estudio demuestra la utilidad de incluir ejercicios en plataforma vibratoria como apoyo a un programa integral de entrenamiento en personas de edad avanzada, donde la fuerza tiene un papel fundamental en su eficacia. En los próximos años asistiremos a la puesta en marcha de unidades de prevención de caídas destinadas a ancianos frágiles, y la eficacia de esas unidades dependerá de las investigaciones que se están llevando a cabo en estos últimos años.

