

Centro Médico ATP: Medicina, Deporte y Salud

ACTUALIZACIONES 2006 EN FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

José López Chicharro

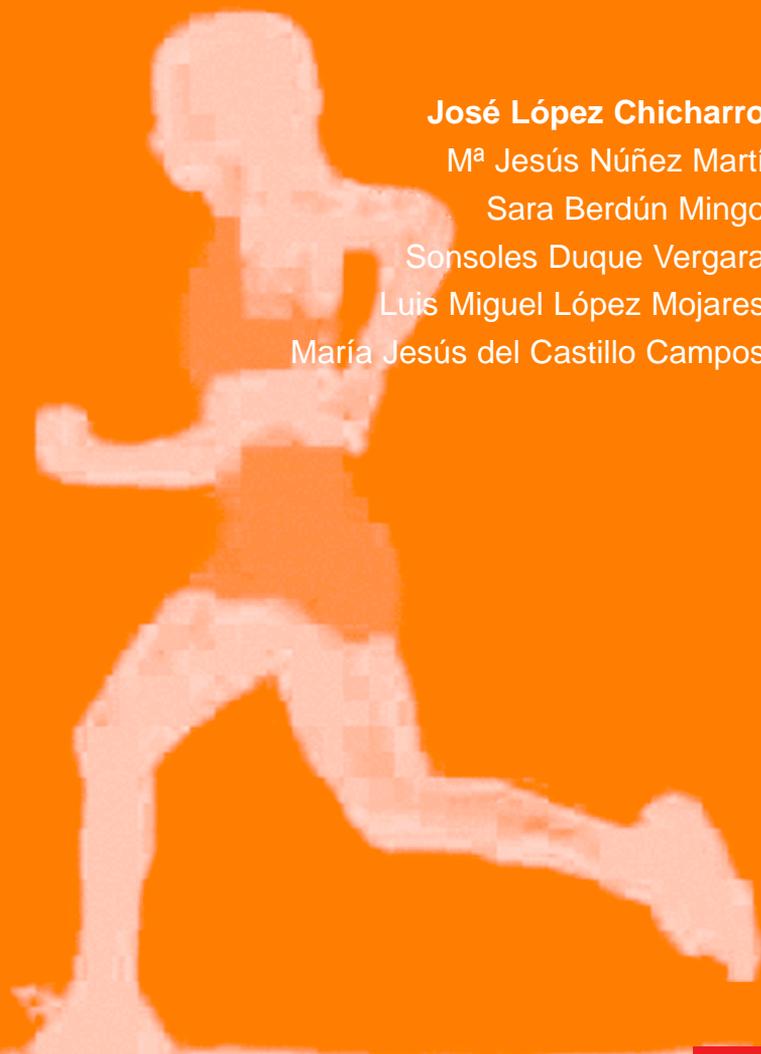
M^a Jesús Núñez Martí

Sara Berdún Mingo

Sonsoles Duque Vergara

Luis Miguel López Mojares

María Jesús del Castillo Campos



Dirección General de Deportes

CONSEJERÍA DE CULTURA Y DEPORTES



Comunidad de Madrid

ACTUALIZACIONES
2006 EN FISIOLÓGIA
DEL EJERCICIO



Esta versión digital de la obra impresa forma parte de la Biblioteca Virtual de la Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.

www.madrid.org/culpubli

Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción total o parcial del contenido de este libro, por cualquier medio: fotográfico, mecánico, reprográfico, óptico, electrónico, etc., sin la autorización expresa del propietario del Copyright.

Título: Actualizaciones en fisiología del ejercicio, 2006

© José López Chicharro.

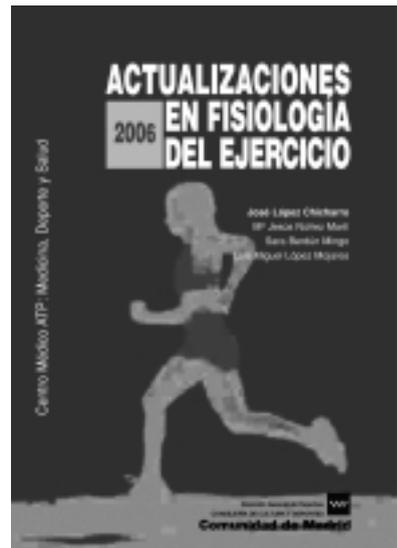
ISBN: 84-451-2875-2

Depósito Legal: M-29.368-2006

Printed in Spain

Imprime: BOCM

Centro Médico-ATP: Medicina, Deporte
y Salud



José López Chicharro
M^a Jesús Núñez Martí
Sara Berdún Mingo
Sonsoles Duque Vergara
Luis Miguel López Mojares
M^a Jesús del Castillo Campos

Índice

1. Actividad Física y Salud	9
2. Metabolismo	53
3. Nutrición	59
4. Función muscular	69
5. Hematología / Cardiovascular	89
6. Respiratorio	101
7. Endocrino	111
8. Riñón	119
9. Capacidad Funcional	121
10. Estrés Medioambiental	163
11. Edad	173
12. Mujer	183
13. Ayudas Ergogénicas	187

Presentación

Anualmente se publican más de 2000 artículos científicos en el área de las Ciencias de la Salud, en relación con el ejercicio físico. Es evidente que tal volumen no puede ser asimilado, ni siquiera en una materia tan específica como la Fisiología del Ejercicio. Por consiguiente, se hace necesario realizar una selección de la información más relevante, que nos permita estar al día de los continuos avances en nuestra parcela de estudio.

En nuestro grupo se realiza desde hace tiempo esta labor de selección, estudiando y discutiendo el contenido de los distintos artículos relacionados con la materia, que periódicamente aparecen en las revistas científicas más relevantes. Así pues, estas Sesiones Bibliográficas tienen como objetivo mantener al día nuestro nivel de conocimiento en un proceso continuo de renovación de ideas, al mismo tiempo que nos sirven como base para futuras investigaciones, ayudándonos a formular objetivos e hipótesis, teniendo en cuenta los resultados y líneas de trabajo de otros investigadores.

Queremos compartir con todos vosotros este estudio, y por ello os ofrecemos estas Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2006 que contienen una relación de artículos seleccionados de un amplio fondo bibliográfico constituido por las principales publicaciones científicas del sector y publicados fundamentalmente en el año 2005. En esta ocasión, hemos optado por una traducción de los resúmenes originales. Éstos están distribuidos por áreas, con el fin de facilitar la consulta.

El Centro Médico del Deporte-ATP (*“Medicina, Deporte y Salud”*) tiene como objetivo principal ofrecer una asistencia médico-deportiva a todas las personas que lo requieran, pero también se ocupa de impulsar la formación continuada y el apoyo a la investigación. A todos los que trabajamos en este Centro nos gustaría que este texto fuera de utilidad en vuestro quehacer profesional, docente e investigador.

Podéis consultar todas las novedades en cuanto a los nuevos artículos que vamos elaborando en nuestra página web (www.actividadfisicaysalud.com). Cada quincena aparecerán nuevos resúmenes y también cada mes revisiones bibliográficas de actualidad. También podéis consultar nuestra programación en materia de formación (cursos, jornadas...)

Queremos, por último, agradecer el apoyo de la Dirección General de Deportes y de su Centro de Medicina del Deporte, de la Comunidad de Madrid en la edición de este libro, y en su decidido estímulo del desarrollo de la Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en España.

José López Chicharro

Catedrático de Fisiología del Ejercicio
Universidad Complutense de Madrid
Centro Médico-ATP

Actividad Física y Salud **1**

Cambios en la condición física cardiorrespiratoria y en los factores de riesgo de la enfermedad coronaria después de 24 semanas de ejercicio de moderada y alta intensidad de igual gasto energético

Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 weeks of moderate or high-intensity exercise of equal energy cost

O'donovan G, Owen A, Bird SR, Kearney EM, Nevill AM, Jones DW, Woolf-May K

J Appl Physiol (epub ahead of print) 7-ene, 2005

Esta investigación fue diseñada para estudiar los efectos de la intensidad del ejercicio sobre la condición física aeróbica y sobre los factores de riesgo de la enfermedad coronaria. Se valoraron el VO_2 max y las concentraciones séricas de lípidos, lipoproteínas y fibrinógeno en 64 sujetos sedentarios antes de distribuirlos aleatoriamente en tres grupos: grupo control que no realizaba ejercicio, grupo de ejercicio de moderada intensidad (tres sesiones/semana al 60% VO_2 max -400 kcal) ó grupo de ejercicio de alta intensidad (tres sesiones/semana al 80% VO_2 max -400 kcal). Los sujetos mantuvieron sus hábitos dietéticos y las intensidades de entrenamiento se fueron reajustando mensualmente. Cuarenta y dos sujetos finalizaron el estudio. Los resultados mostraron como después de 24 semanas, el VO_2 max aumentó $0,38 \pm 0,14$ l/min en el grupo de moderada intensidad y $0,55 \pm 0,27$ l/min en el grupo de alta intensidad. En análisis de varianza reveló que el VO_2 max mejoró significativamente más en el grupo de alta intensidad ($p < 0,05$). Por otra parte, el análisis reveló también una tendencia favorable a que el colesterol total, LDL-C y fibrinógeno se modificaran favorablemente respecto al grupo control, tanto en el grupo de moderada intensidad como en el de alta intensidad. Sin embargo, los cambios en el colesterol total, LDL-C y lipoproteínas no de alta intensidad, solo se observaron en el grupo de alta intensidad. Los datos sugieren que el entrenamiento de alta intensidad es más efectivo en la mejora de la condición física cardiorrespiratoria que el entrenamiento de moderada intensidad e igual costo energético. Los datos también sugieren que los cambios en los factores de riesgo de la enfermedad coronaria están influenciados por la intensidad de ejercicio.

Las concentraciones séricas de PSA total y libre son se ven influenciadas por el ejercicio de larga duración, ni por montar en bicicleta

Total and free PSA serum concentrations are not influenced by extensive physical exercise and bicycle riding

Lippi G, Corgnati A, Salvagno G, Schena F, Franchini M, Guidi G

Int J Sports Med 26: 79-81, 2005

El ejercicio de alta intensidad y larga duración, y el estrés mecánico sobre la región perineal, quizás tengan influencia sobre la función prostática y las concentraciones del antígeno específico prostático total (PSA) y libre (fPSA), disminuyendo con ello la eficiencia del diagnóstico para descartar procesos neoplásicos prostáticos de procesos benignos en atletas. Para investigar los efectos del ejercicio regular e intenso con y sin montar en bicicleta sobre la integridad y función bioquímica del tejido prostático, se midieron las concentraciones séricas de PSA y fPSA en 69 ciclistas de elite y profesionales, 31 miembros del equipo italiano de esquí de fondo, y 43 sujetos sanos

sedentarios. Los resultados mostraron que tanto la concentración de PSA como de fPSA no fue estadísticamente diferente entre sujetos control respecto a esquiadores ó ciclistas, apareciendo la distribución de los valores casi solapada. Los autores hipotetizan que no el ejercicio de alta intensidad y larga duración, ni el extensivo y prolongado estrés mecánico de la región prostática por el sillín de la bicicleta tienen influencia significativa en la liberación de PSA y fPSA.

Ejercicio de resistencia, oxidación plasmática y riesgo cardiovascular

Endurance exercise, plasma oxidation and cardiovascular risk

Sharman JE, Geraghty DP, Shing CM, Fraser DI, Coombes JS

Acta Cardiol 59: 636-642, 2005

Aunque la actividad física es beneficiosa para la salud, las personas que realizan ejercicio de alta intensidad a lo largo de su vida puede ver incrementado el riesgo cardiovascular. El ejercicio aeróbico aumenta el estrés oxidativo y puede contribuir a la aterogénesis al incrementar la oxidación de las lipoproteínas plasmáticas. El objetivo de esta investigación fue examinar la relación entre la potencia aeróbica y los marcadores de estrés oxidativo, incluyendo la susceptibilidad del plasma a la oxidación. La potencia aeróbica se evaluó en 24 sujetos sanos (29 ± 9 años). Se analizó el plasma de los sujetos de mayor (HAP; $64,6 \pm 6,1$ ml/kg/min) y de menor potencia aeróbica (LAP; $45,1 \pm 6,3$ ml/kg/min), valorando la capacidad antioxidante total (TAC), malondialdehído (MDA) y la susceptibilidad a la oxidación. Los resultados mostraron que los sujetos HAP tuvieron menor TAC, mayor susceptibilidad a la oxidación, pero sin diferencias en MDA, en comparación con los sujetos del grupo LAP. Los perfiles de lipoproteínas y el consumo diario de nutrientes no fue distinto entre los grupos. En conclusión, los hallazgos sugieren que las personas con mayor potencia aeróbica debido a la realización de entrenamiento aeróbico de alta intensidad, tienen un plasma con una capacidad antioxidante reducida y una mayor susceptibilidad a la oxidación, lo cual aumenta su riesgo cardiovascular.

Pendiente de eficiencia de consumo de oxígeno, un nuevo parámetro submáximo en la evaluación de la capacidad de ejercicio en pacientes con insuficiencia cardíaca

Oxygen uptake efficiency slope, a new submaximal parameter in evaluating exercise capacity in chronic heart failure patients

Van Laethem C, Bartunek J, Goethals M, Nellens P, Andries E, Vanderheyden M

Am Heart J 149: 175-180, 2005

La pendiente de eficiencia del consumo de oxígeno (OUES) es un nuevo parámetro submáximo que predice objetivamente la máxima capacidad de ejercicio en niños y adultos sanos. Sin embargo, la utilización de la OUES en pacientes con y sin insuficiencia cardíaca no está clara. Esta investigación estudió la estabilidad y la utilidad de la OUES en cardiópatas adultos con y sin insuficiencia cardíaca. Cuarenta y cinco pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada (grupo A) y 35 pacientes con enfermedad isquémica pero fracción de eyección ventricular izquierda nor-

mal (grupo B) realizaron un test máximo de ejercicio. El VO_2pico y el $\% \text{VO}_2\text{pico}$ predicho fueron marcadores de máxima capacidad de ejercicio, mientras que OUES, umbral ventilatorio (VAT) y pendiente VE/VCO_2 fueron calculados en cargas submáximas de trabajo. Los resultados mostraron que los pacientes del grupo A tuvieron un VO_2pico más bajo, un menor $\% \text{VO}_2\text{pico}$ predicho, un menor VAT, y una mayor pendiente en VE/VCO_2 y menor OUES. En el grupo A, se encontraron diferencias significativas para VAT, pendiente VE/VCO_2 y OUES entre pacientes con VO_2pico mayor y menor de $14 \text{ mL O}_2/\text{kg}/\text{min}$. De todos los parámetros submáximos, el VAT correlacionó mejor con VO_2pico ($r=0,814$), seguido de OUES/kg ($r=0,781$) y la pendiente VE/VCO_2 ($r=-0,492$). Sin embargo, el VAT no pudo ser determinado en 18 (23%) pacientes. En conclusión, OUES permanece estable durante la realización del ejercicio y se correlacionó de forma significativa con el VO_2pico de adultos pacientes cardiológico, con y sin afectación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. Por lo tanto, OUES puede ser de utilidad para evaluar la capacidad de ejercicio en pacientes con insuficiencia cardiaca sin tener que realizar un test máximo de esfuerzo. En cualquier caso, se necesitan más estudios para confirmar esta hipótesis.

Obesidad y sobrecarga oxidativa postejercicio en mujeres de edad avanzada

Obesity and postexercise oxidative stress in older women

Vincent HK, Vincent KR, Bourguignon C, Braith RW

Med Sci Sports Exerc 37: 213 - 219, 2005

El objetivo del estudio consistió en valorar la peroxidación lipídica en mujeres postmenopáusicas sanas y obesas, antes y después de un ejercicio aeróbico máximo (AX). Se recogieron muestras de sangre de mujeres sanas ($22, 1 \pm 0,9 \%$ de masa grasa) y obesas ($40,8 \pm 0,9 \%$ de masa grasa), pertenecientes a un grupo de 34 mujeres de entre 61 y 75 años de edad, antes e inmediatamente después de un ejercicio máximo en tapiz rodante. Se determinaron hidroperoxidasas (PEROX), no observando diferencias entre obesas y no obesas, ni antes y después del ejercicio. Sin embargo cuando se expresaron como $\Delta\text{PEROX} (\text{nmol}\cdot\text{mL}^{-1})/\Delta\text{VO}_2 (\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1})$, considerando diferentes duraciones del ejercicio, el grupo de obesas presentaba un mayor grado de peroxidación (0.13 vs $0.02 (\text{nmol}\cdot\text{mL}^{-1})\cdot(\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1})$, respectivamente; $P < 0.05$). El análisis de regresión mostraba que cuando se normalizaban las cifras con respecto a la edad, intensidad del ejercicio y duración, se observaban diferencias en el cociente $\Delta\text{PEROX}/\Delta\text{VO}_2$ tras AX ($R = 0.536$ $P < 0.05$). En conclusión, ante una sobrecarga oxidativa (ejercicio físico aeróbico), las mujeres obesas de edad avanzada sufren un mayor grado de estrés oxidativo que otras mujeres no obesas de características semejantes.

Relación entre los hidratos de carbono de la dieta y el peso corporal

Association between dietary carbohydrates and body weight

Ma Y, Olendzki B, Chiriboga D, Hebert JR, Li Y, Li W, Campbell M, Gendreau K, Ockene IS

12 *Am J Epidemiol* 15: 356 - 367, 2005

El papel de los hidratos de carbono (CHO) en la dieta, con respecto a la pérdida de peso ha recibido gran atención con respecto a la epidemia de obesidad que padecemos. Los autores investigaron la relación entre el índice de masa corporal (IMC: kg de peso /altura en metros al cuadrado) y el consumo de CHO y su índice glucémico, sobre un grupo de 572 adultos sanos de Massachusetts. Se realizaron medidas antropométricas, dieta de 7 días y análisis del ejercicio físico llevado a cabo, trimestralmente, a lo largo de un año. Los datos se reunieron entre 1994 y 1998. Se hizo una valoración longitudinal, ajustando los datos obtenidos a otros factores relacionados con la masa corporal. El IMC medio fue de 27.4 kg/m² (SD, 5.5), y la proporción de calorías procedentes de los CHO fue de 44,9 % (SD, 9.6). El índice glucémico medio fue de 81,7 (SD, 5.5), y la contribución glucémica total fue de 197,8 (SD 105,2). Se apreció correlación positiva entre el IMC y el índice glucémico, pero no con la ingesta diaria de CHO, ni con el porcentaje diario de calorías procedente de los CHO, ni con la carga glucémica diaria. Los resultados sugirieron que el tipo de CHO podría relacionarse con el peso corporal, aunque se necesitaban mas estudios para determinar la posible aplicabilidad a la pérdida de peso.

Efectos de la intensidad, frecuencia y tipo de ejercicio sobre el cambio de peso a lo largo de 10 años en varones y mujeres de edad media

Effects of physical activity intensity, frequency, and activity type on 10-y weight change in middle-aged men and women

Littman AJ, Kristal AR, White E

Int J Obes Relat Metab Disord (epub ahead of print), 11-ene, 2005.

El incremento de la actividad física es una medida que se recomienda para perder peso, y mantenerlo. El objetivo de este estudio consistió en analizar de qué manera influía la intensidad, frecuencia y tipo de ejercicio en la reducción de la recuperación de peso tras el adelgazamiento, a lo largo de 10 años. Se estudiaron más de 15.000 adultos entre 53 y 57 años del estado de Washington entre 2000 y 2002. Se determinó la actividad física mediante cuestionarios, así como la talla y el peso. Examinaron la relación entre actividad física y cambio de peso, normalizando los datos según la edad, peso a los 45 años, dieta, educación, hábito de tabaco, y modificación de peso entre los 30 y 45 años de edad; estratificando por sexo e índice de masa corporal (IMC) a los 45 años. Se comprobó que el incremento de gasto energético (MET-hora) y las sesiones semanales de alta, moderada y baja intensidad a lo largo de 10 años, estaba inversamente relacionada con la recuperación de peso tras los 45 años. La relación era más significativa en mujeres y en obesos que en sanos. Las mujeres obesas que participaron en ejercicios de 75 - 100 min semanales de caminar rápido recuperaron de 4 a 2,25 kg menos que las sedentarias. Los que trotaban, hacían *aerobic* o montaban en bicicleta también tenían menor ganancia de peso. Sin embargo esos cambios no se apreciaban entre los que caminaban lentamente, nadaban o hacían ejercicios con pesas. En conclusión, en el citado grupo de población, la actividad física regular, a largo plazo, especialmente la realizada a una intensidad moderada como caminar, evitaba algo de la ganancia de peso propia del envejecimiento.

El entrenamiento de potencia es más efectivo que el entrenamiento de fuerza en el mantenimiento de la densidad mineral ósea en mujeres posmenopáusicas

Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women

von Stengel S, Kemmler WK, Lauber D, Pintag R, Beeskow C, Weineck J, Kalender WA, Engelke K J Appl Physiol (epub ahead of print) 3-mar, 2005

La actividad física tiene un impacto favorable sobre los huesos, pero las estrategias de entrenamiento óptimas están todavía en discusión. En este estudio los autores compararon los efectos del efecto de ejercicios de fuerza de lenta y rápida ejecución sobre varios parámetros osteodensitométricos. Cincuenta y tres mujeres posmenopáusicas fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de fuerza (ST) o de potencia (PT). Ambos grupos llevaron a cabo un entrenamiento de fuerza progresivo, una sesión de gimnasia y un entrenamiento en casa durante un periodo de 12 meses. Durante el entrenamiento de fuerza, el grupo ST utilizó movimientos lentos y el grupo PT movimientos rápidos, no existiendo otras diferencias en cuanto al esquema de entrenamiento. Todos los sujetos recibieron una suplementación con calcio y vitamina D. Antes del programa y a su finalización se midió BMD en la columna lumbar, fémur proximal y antebrazo distal por DXA. También se midió la fuerza estática máxima y distintos datos antropométricos. La frecuencia y grado de dolor se evaluó mediante un cuestionario. Después de 12 meses, diferencias significativas entre grupos fueron observadas para BMD en la columna lumbar (L1-L4) y en la cadera. Mientras que el grupo PT mantuvo la BMD en la columna lumbar y en la cadera, el grupo ST perdió significativamente en ambas localizaciones. No hubo diferencias significativas entre grupos en datos antropométricos, fuerza máxima, BMD de antebrazo y frecuencia o grado de dolor. Esos hallazgos sugieren que el entrenamiento de potencia es más efectivo que el entrenamiento de fuerza en la reducción de la masa ósea en mujeres posmenopáusicas.

Una nueva guía de prevención de la hipoglucemia durante la actividad física en los enfermos con diabetes mellitus tipo 1

A new table for prevention of hypoglycaemia during physical activity in type 1 diabetic patients

Grimm JJ, Ybarra J, Berne C, Muchnick S, Golay

Diab Metab 30: 465 - 470, 2004

En los pacientes con diabetes mellitus tipo 1, la combinación racional entre la administración de insulina y la práctica de ejercicio físico permiten una actividad segura, y de alto rendimiento, lo que recientemente ha sido reconocido como de enorme trascendencia para el control adecuado de estos enfermos. Resulta de especial interés el control riguroso de la glucemia por el propio sujeto durante el ejercicio, de tal manera que pueda utilizar los datos para mejorar el rendimiento deportivo y evitar las crisis hipoglucémicas. El principal objetivo del presente estudio consistía en comparar diferentes opciones terapéuticas durante la actividad física de estos pacientes.

14 Se valoraron 67 enfermos de diabetes mellitus tipo 1, con/sin aporte de CHO;

con/sin reducción de dosis de insulina para evitar la hipoglucemia durante o después del ejercicio. Se diseñaron 4 grupos, con diferentes protocolos terapéuticos, según el criterio planteado. Se programaron 7 disciplinas diferentes y 9 subgrupos con 3 duraciones (< 20 min., 20-60 min., > 60 min.) y 3 intensidades (<60% de FC max, 60-75% y > 75%). Se demostró que la reposición adecuada de CHO durante el ejercicio permitía prevenir casi todos los episodios de hipoglucemia, independientemente del ajuste de las dosis de insulina. Incluso, la cantidad de CHO administrados tiene buena correlación con el número de episodios de hipoglucemia; mientras que no es así con la reducción en la dosis de insulina. Conclusión: La reposición adecuada de CHO, durante y después del ejercicio parece ser la medida más importante para prevenir la hipoglucemia, no jugando un papel tan protagonista la dosificación de la insulina. Sólo para los ejercicios de larga duración (superiores a 60 min) parece razonable una reducción del 20 - 30 %. Se proponía una nueva guía para prevenir la hipoglucemia.

Efectos de un programa de actividad física sobre la estabilidad postural en ancianos

Effects of a physical activity program on postural stability in older people

Hue OA, Seynnes O, Ledrole D, Colson SS, Bernard PL

Aging Clin Exp Res 16: 356 - 362, 2004

El objetivo de este estudio, de carácter no normalizado, consistía en determinar la influencia de un programa específico de actividad física sobre la estabilidad postural en ancianos. Se eligieron 74 sujetos (72.4 +/- 0.7 años de edad) para participar en un programa de 3 meses de duración diseñado para mejorar la postura, el equilibrio y la movilidad (programa PBM). Se hicieron 2 sesiones semanales. La estabilidad postural se determinaba mediante una plataforma de fuerza, con los sujetos quietos y en movimiento, y con los ojos abiertos y cerrados. Los cambios en los parámetros estabilométricos (área de oscilación, ML media, AP media, longitud total, longitud total, ML) se compararon con los 14 sujetos control (71.8 +/- 1.5 años de edad). Se aplicó un análisis de varianza de doble vía que no mostró diferencias en el suelo firme. Sin embargo, sí se encontraron diferencias con respecto al área de oscilación ($p < 0.0005$), longitud total ($p < 0.001$) y longitud AP ($p < 0.01$), que estaban significativamente reducidas, tanto con los ojos abiertos como con éstos cerrados en suelo de espuma. Además, en el eje medio lateral, y con los ojos cerrados, la longitud AP estaba reducida en el grupo experimental ($p < 0.01$), y en el antero-posterior, tanto con los ojos abiertos como con ellos cerrados, el área de oscilación ($p < 0.0005$), la longitud total ($p < 0.0005$) y la longitud AP ($p < 0.05$) se redujeron significativamente. Conclusión: Según muestran los resultados en el suelo de espuma, y en condiciones dinámicas, el programa individualizado de actividad física mejoró la estabilidad postural de los ancianos cuando se desestabilizaron. Sin embargo, la falta de resultados que indique la mejora en suelo duro hace suponer que 3 meses no es un tiempo suficiente como para mejorar la estabilidad estática. El programa PBM puede utilizarse para enseñar a los ancianos a mejorar su estabilidad, aunque se necesitan estudios complementarios dirigidos a la mejora del equilibrio estático.

Tiempo de recuperación de la condición física durante un programa de rehabilitación después de trasplante de corazón

Time course of physical reconditioning during exercise rehabilitation late after heart transplantation

Tegtbur U, Busse MW, Jung K, Pethig K, Haverich A

J Heart Lung Transplant 24: 270-274, 2005

Los programas de rehabilitación aumentan la condición física en trasplantados de corazón. El tiempo necesario para la recuperación funcional y para obtener adaptaciones en el músculo esquelético después de un trasplante de corazón no se conoce con exactitud. Veintiuno trasplantados de corazón ($5,2 \pm 2,1$ años desde el trasplante) completaron 1 año de programa de entrenamiento individualizado en casa, mediante ejercicio en bicicleta ($2,1 \pm 0,7$ sesiones/semana, con monitorización de la frecuencia cardiaca, a una intensidad un 10% menor del umbral anaeróbico). Se analizaron datos de reacondicionamiento físico en cada sesión de entrenamiento en casa. Se realizaron test de carga constante con análisis de lactato sanguíneo cada 4 meses, con el fin de estimar el tiempo de adaptación del músculo esquelético. Nueve sujetos trasplantados sirvieron como grupo control (CG). Los resultados mostraron como después de 12 meses, la capacidad de ejercicio para frecuencias cardiacas similares (112 ± 11 lpm; CG= 114 ± 8 lpm) aumentó un $35 \pm 19\%$ (24% por adaptación muscular esquelética y 11% por adaptación central). La condición física mostró su mayor mejora en los primeros 3 meses ($+18\%$; $p < 0,001$), debido a un 50% a las mejoras centrales y musculares. Entre el 4° y el 12° mes, la capacidad de ejercicio aumentó continuamente ($+15\%$; $p < 0,001$), principalmente debido a la mejora de la función muscular. En conclusión, la persistente mejora de la capacidad funcional y de la función del músculo esquelético indica que el ejercicio podría contrarrestar los efectos secundarios del tratamiento inmunosupresor sobre los músculos esqueléticos. El entrenamiento físico debería ser realizado regularmente para prevenir el descenso acelerado en la capacidad funcional y función muscular esquelética de estos pacientes.

El entrenamiento de fuerza realizado dos días por semana disminuye la grasa abdominal y aumenta la sensibilidad a la insulina en hombres de edad avanzada con diabetes tipo 2

Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes

Ibañez J, Izquierdo M, Arguelles I, Forga L, Larrion JL, Garcia-Unciti M, Idoate F, Gorostiaga EM

Diabetes Care 28: 662-667, 2005

El objetivo de la investigación fue valorar la influencia de un entrenamiento progresivo de fuerza realizado dos días por semana (PRT), sin concomitante dieta para perder peso, sobre la grasa abdominal y la sensibilidad a la insulina en hombres de edad avanzada con diabetes tipo 2. Nueve hombres ($66,6 \pm 3,1$ años) con diabetes tipo 2 participaron en un programa PRT de 16 semanas de duración (50-80% 1RM), involucrando a todos los grupos musculares principales. Se valoraron la glucemia basal, HbA(1c), dieta, actividad física habitual, composición corporal, fuerza máxima de la parte superior e inferior del cuerpo. La sensibilidad a la insulina se midió de

acuerdo con el modelo de Bergman, y la grasa abdominal se valoró por tomografía computerizada. Las mediciones fueron realizadas 4 semanas antes del entrenamiento (-4), inmediatamente antes del entrenamiento (0) y a intervalos de 8 semanas (ej. semanas 8 y 16) durante las 16 semanas de entrenamiento. Los resultados mostraron ausencia de variaciones significativas en ninguno de los parámetros seleccionados durante el periodo de 4 semanas (control) previo al entrenamiento. Después de PRT, tanto la fuerza de los brazos como la de las piernas aumentó significativamente un 18,2% y un 17,1%, respectivamente. La grasa abdominal subcutánea y visceral disminuyó significativamente un 11,2% y un 10,3%, respectivamente; no se observaron modificaciones en la masa corporal. El PRT aumentó significativamente la sensibilidad a la insulina en un 46,3%, disminuyendo significativamente la glucemia basal (-7,1%). Finalmente, se produjo un aumento del 15,5% en el consumo calórico. En conclusión, dos sesiones por semana de PRT, sin una dieta concomitante de pérdida de peso, aumenta significativamente la sensibilidad a la insulina, disminuye la glucemia basal y desciende la grasa abdominal en sujetos mayores de edad con diabetes tipo 2.

Efecto de un programa de modificación exhaustiva de la dieta y la actividad física sobre los riesgos para la salud en adultos

Effects of an intensive diet and physical activity modification program on the health risks of adults
Aldana SG, Greenlaw RL, Diehl HA, Salberg A, Merrill RM, Ohmine S, Thomas C
J Am Diet Assoc 105:371-381, 2005

El objetivo del estudio se dirigía a determinar el impacto del cambio educativo del estilo de vida sobre los factores de riesgo para sufrir enfermedades crónicas, dentro de una comunidad. Participaron 337 voluntarios de 43 a 81 años de edad del área metropolitana de Rockford. El grupo experimental siguió un curso de 40 horas de duración a lo largo de 4 semanas. Aprendieron la importancia de modificar el estilo de vida, y cómo mejorar la nutrición y la actividad física. Se apreciaban cambios beneficiosos, que no aparecían en el grupo control: conocimientos sobre salud, porcentaje de masa grasa, total de escalones por semana, y la mayor parte de las variables nutricionales. Las mejoras clínicas fueron la reducción de la frecuencia cardiaca de reposo, el colesterol total, las LDL-colesterol, y la presión arterial sistólica y diastólica. El grupo control experimentó mejoras menores, pero significativas en los conocimientos sobre salud, presiones arteriales sistólica y diastólica, glucosa y algunas variables nutricionales. Conclusiones: el programa de modificación del estilo de vida es una intervención eficaz sobre la nutrición y el ejercicio físico a corto plazo y tiene capacidad de reducir de forma notable los riesgos asociados a las enfermedades crónicas, a largo plazo.

Incremento de la actividad física diaria y síntomas de fatiga en el síndrome de fatiga crónico

Increased daily physical activity and fatigue symptoms in chronic fatigue syndrome
Black CD, O'connor PJ, McCully KK
Dyn Med (epub ahead of print) marzo, 2005

Los pacientes con síndrome de fatiga crónica (CFS) muestran unos bajos niveles de actividad física asociado a su percepción exacerbada de fatiga. Las investigaciones previas han mostrado que el entrenamiento tiene efectos beneficiosos sobre los síntomas relacionados con la fatiga en estos pacientes. El objetivo del estudio consistía en mantener un incremento de la actividad física en estos pacientes durante 4 semanas y medir los efectos sobre la fatiga, el dolor muscular y el estado de ánimo. Se analizaron 6 pacientes con CFS y 7 sujetos sanos controles. La actividad cotidiana se medía con acelerómetro CSA. Tras un periodo preparatorio de 2 semanas, se les pidió a los pacientes que incrementasen su actividad física en torno al 30 %, caminando durante un cierto tiempo, a lo largo de 4 semanas. Se midieron diariamente la sensación de fatiga, dolor muscular y estado de ánimo en una escala del 0 al 100; y semanalmente se aplicaba el cuestionario *Profile of Mood States (Bipolar)*. Los enfermos con CFS tenían un significativamente menor nivel de actividad física con respecto a los sujetos control ($162.5 \pm 51.7 \times 10^3$ unidades/d vs. $267.2 \pm 79.5 \times 10^3$ unidades/d) durante la fase preliminar de 2 semanas. En esta etapa los enfermos sufrían una mayor fatiga ($P < 0,01$) y dolor muscular, aunque no se diferenciaban en el estado de ánimo. Los enfermos aumentaron su actividad física en un 28 ± 19.7 % a lo largo de 4 semanas. El estado de ánimo y el dolor muscular empeoraron en los pacientes con CFS a medida que aumentaban la actividad. Conclusión: los enfermos con CSF son capaces de aumentar su actividad física durante un periodo de 4 semanas. A diferencia de otros estudios, la fatiga, el dolor muscular y el estado de ánimo no mejoraron con el incremento del ejercicio. El aumento de la actividad no fue presentado como una medida terapéutica, que pudiese justificar las discrepancias con otros estudios. Los resultados sugieren que se debe considerar un límite a la actividad física diaria en esta población. Son necesarios más estudios al respecto.

Efectos del ejercicio físico en pacientes con insuficiencia renal terminal, en diálisis y trasplantados renales: situación actual y recomendaciones

Effects of physical exercise in patients with end stage renal failure, on dialysis and renal transplantation: Current status and recommendations

Stefanovic V, Milojkovic M

Int J Artif Organs 28:8-15, 2005

Existe un aumento de pruebas a favor de los beneficios derivados de la actividad física regular en los enfermos crónicos. Los enfermos con insuficiencia renal crónica previa o posterior al trasplante renal son un grupo considerado como objetivo, en los que el aumento controlado de la actividad física resulta recomendable. En los pacientes en hemodiálisis y en los que se encuentran en estadios más precoces de insuficiencia renal se han observado significativas atrofas e incremento de tejidos no contráctiles en los músculos, que se relacionan con una pobre condición física y unos resultados deficientes con respecto a la patología renal. De este modo, el incremento de la actividad física puede mejorar la capacidad y la calidad de vida del paciente. Otros trastornos de estos enfermos, como ciertas alteraciones metabólicas, anemia, cambios hormonales, en especial la resistencia a la insulina y las dislipemias podrían ser mejoradas mediante ciertas medidas terapéuticas y el ejercicio. Aumentar el nivel de ejercicio de este grupo de población puede ser especialmente útil, ya que está bien esta-

blecido que el ejercicio físico controlado reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares en la población general. Los enfermos que participan en actividades físicas regulares tras el trasplante tendrán una mayor condición física y calidad de vida, con respecto a los sedentarios. El riesgo potencial del ejercicio puede reducirse mediante una valoración médica, estratificación del riesgo, supervisión cuidadosa y educación.

Valoración de riesgo cardiovascular incruento en mujeres con diabetes tipo 2

Non-invasive cardiovascular risk assessment in women with type 2 diabetes

Penckofer S, Filliung DR, Labropoulos N

J Vasc Nurs 23:2-7, 2005

Este estudio evalúa y compara el grosor de las capas media e íntima de la arteria carótida (IMT) en mujeres postmenopáusicas con diabetes tipo 2 y sin ésta, comparando los factores de riesgo que contribuyen a incrementar el IMT carotídeo en estos grupos de mujeres. El IMT carotídeo es una maniobra incruenta de valoración de riesgo cardiovascular, que se llevó a cabo mediante ultrasonidos de alta resolución en 20 mujeres postmenopáusicas con diabetes tipo 2, y 20 sin ello, que desconocían la existencia de enfermedad coronaria. También se determinaron los factores de riesgo coronario conocidos (edad, raza, antecedentes familiares, diabetes, hipertensión, hipercolesterolemia, años tras la menopausia, empleo de tratamiento hormonal sustitutivo, nivel de percepción de la actividad física, e índice de masa corporal). El IMT carotídeo era de 0,88 mm en las diabéticas tipo 2, y de 0,74 en las que no lo padecían. No se observaron diferencias con respecto a edad, raza, hipercolesterolemia, ni nivel de percepción de la actividad física. Las diabéticas eran más hipertensas ($P = 0,004$); tenían mayor índice de masa corporal ($P = 0,026$); y menor uso de terapia hormonal sustitutiva ($P = 0,027$). El 10 % de las diabéticas tenían estenosis con indicación de tratamiento quirúrgico. Estos hallazgos sugieren que el IMT carotídeo es una medida fiable para evaluar el riesgo coronario, particularmente en mujeres postmenopáusicas con alto riesgo coronario. Puede también tratarse de un método incruento y viable para la detección y prevención de las complicaciones macrovasculares de la diabetes.

Efectos de la ingesta de aminoácidos orales sobre la capacidad ambulatoria de los ancianos

The effects of oral amino acid intake on ambulatory capacity in elderly subjects

Scognamiglio R, Avogaro A, Negut C, Piccolotto R, de Kreutzenberg SV, Tiengo A

Aging Clin Exp Res 16 : 443-447, 2004

La combinación entre la alta prevalencia del sedentarismo y el alto riesgo para padecer trastornos de la salud y discapacidad en los ancianos, hacen suponer que las indicaciones que consiguen aumentar el nivel de actividad pueden tener un gran impacto sobre la salud en la última etapa de la vida. Además, con el envejecimiento aumenta el riesgo de sufrir trastornos nutricionales. Este estudio se dirigía a determinar el efecto del enriquecimiento con aminoácidos sobre la tolerancia al ejer-

cicio en ancianos sedentarios. Se analizaron 44 sujetos sedentarios, mayores de 65 años y calidad de vida deficiente. Se les administró, con el conocimiento de los sujetos y los investigadores (modo abierto), una mezcla de aminoácidos esenciales y no esenciales durante 3 meses (AAM, 12 g/día). La discapacidad ambulatoria se determinó mediante la prueba de caminar 6 minutos. También se utilizó un cuestionario dirigido a valorar las limitaciones de la marcha (WIQ). Se midió la máxima fuerza muscular isométrica de la mano derecha. La distancia recorrida en 6 min se incrementaba entre 214.5 ± 32 y 262.8 ± 34.8 m ($p < 0.001$) tras AAM. Las puntuaciones de las tres subescalas del WIQ se modificaron, significativamente durante el tratamiento: la distancia WIQ aumentó de 56.2 ± 12.9 a 66.3 ± 12.8 % ($p < 0.001$); la velocidad WIQ de 52 ± 12.6 a 69.2 ± 14.8 % ($p < 0.001$) y la prueba de escaleras WIQ desde 74.4 ± 22.6 a 94.2 ± 25 % ($p < 0.001$), como lo hizo la fuerza máxima isométrica muscular (16.6 ± 2.4 vs $19.2 \pm$, $p < 0.001$). No había cambios significativos en glucosa plasmática ($+11 \pm 11$ mg/dL), colesterol total ($0 \pm$ mg/dL), colesterol HDL (0 ± 17 mg/dL), ni triglicéridos (-11 ± 58 mg/dL). Por tanto, se concluía con que un enriquecimiento oral de aminoácidos como el utilizado en el presente estudio piloto, mejora la capacidad ambulatoria y la fuerza máxima isométrica muscular en ancianos, sin afectar a los principales parámetros metabólicos. Esta complementación puede suponer una medida no farmacológica útil para mantener la condición física en estos sujetos.

Actividad física y riesgo de sufrir enfermedad de Parkinson

Physical activity and the risk of Parkinson disease

Chen H, Zhang SM, Schwarzschild MA, Hernán MA, Ascherio A

Neurology 64: 664-669, 2005

El objetivo de este estudio consistía en investigar y el incremento de la actividad física reducía el riesgo de sufrir enfermedad de Parkinson (PD). Los autores hicieron un seguimiento de 48.574 varones y 77.254 mujeres que aportaron información propia sobre su actividad física en 1986 o en su adolescencia. Se detectaron, durante el seguimiento, un total de 252 varones y 135 mujeres con PD. Entre los hombres, la mayor actividad física se correlacionaba con el menor índice de riesgo de sufrimiento de PD, en comparación con el menor quintil; el riesgo relativo multivariable (RR) para sufrir PD era de 0.7 (95% CI 0.5 a 1.1; $p = 0.007$); y la asociación inversa estaba presente tras eliminar los primeros 10 años de seguimiento (RR = 0.5; $p = 0.02$). Más aún, el ejercicio de alta intensidad durante la adolescencia estaba inversamente relacionado con el riesgo de sufrir PD en varones, comparados con hombres que hacían ejercicio con regularidad ≤ 2 meses al año, los sujetos que lo hacían ≥ 10 meses al año tenían un riesgo 60 % menor de padecer PD (RR = 0,4; $p = 0,005$). En las mujeres la actividad física determinada no parecía que afectase al riesgo de sufrir PD; mientras que el ejercicio de alta intensidad durante la adolescencia tendía a relacionarse inversamente al riesgo de sufrir PD. (máximo en las categorías menores (RR = 0.5, 95% CI 0.2 a 1.4; $p = 0.06$). Como conclusión, parece que los niveles mayores de actividad física pueden reducir el riesgo de sufrir PD en varones, o que los hombres predispuestos a sufrir PD tienden a evitar el ejercicio físico de alta intensidad durante la adolescencia.

Actividad física, condición física y percepción general de salud entre individuos con artritis reumatoide

Physical activity, physical fitness, and general health perception among individuals with rheumatoid arthritis

Eurenius E, Stenstrom CH

Arthritis Rheum 53:48-55, 2005

El objetivo de este estudio consistía en describir por sí mismos, la actividad física y la condición física e identificar las correlaciones entre la actividad física y la percepción general de salud. Se recogieron los cuestionarios de 298 pacientes de artritis reumatoide en los que autoevaluaban su actividad física, condición física, grado de ejecución del ejercicio y grado de actividad de la enfermedad. El 47 % de la muestra ofrecían un grado de actividad física inferior a las recomendaciones sanitarias. La mayor parte de éstos presentaban una reducción funcional muscular de los miembros inferiores (72 %), fuerza isométrica de mano (94 %), movimiento articular (94 %), y equilibrio (68 %). Las correlaciones entre sus impresiones subjetivas con respecto a la actividad física y otras variables fueron de $r \leq 0,25$, o menores. Las variaciones en la percepción general del grado de salud se justificaban (R totalmente ajustada = 0,65) por el dolor y el rendimiento en la ejecución. Los hallazgos indican que existen pruebas que apoyan las recomendaciones de la actividad física en enfermos de RA.

Modificaciones agudas de los lípidos y de las enzimas sanguíneos en mujeres post-menopausicas después del ejercicio

Acute changes in blood lipids and enzymes in postmenopausal women after exercise

Weise SD, Grandjean PW, Rohack JJ, Womack JW, Crouse SF

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 17-mar, 2005

La efectividad de las estrategias para modificar el estilo de vida con el fin de mejorar los lípidos en sangre en mujeres puede ser dependiente de las concentraciones previas de colesterol. Los autores estudiaron los efectos del estado del colesterol sobre los lípidos, lípidos-lipoproteínas y enzimas reguladoras de los lípidos después de una simple sesión de ejercicio aeróbico en mujeres post-menopausicas activas físicamente. Las muestras de sangre fueron obtenidas de 12 mujeres con colesterol elevado ($HC > 199$ mg/dl) y 13 mujeres con colesterol normal ($HC < 200$ mg/dl), 24h antes (PRE), justo después (IPE) y 24 y 48h después de una sesión de ejercicio (andar en tapiz rodante al 70% VO_{2pico} , 400 kcal). Los resultados mostraron: 1) las diferencias en el colesterol antes de comenzar el ejercicio no influyó en las respuesta de los lípidos o lipoproteínas al ejercicio; 2) en ambos grupos, los triglicéridos se redujeron (-8,5%) después del ejercicio; 3) el perfil de la concentración de las HDL-C fue significativo en ambos grupos, primero disminuyó en IPE, regresando a los niveles PRE a las 24h después del ejercicio; 4) la actividad lecitina:aciltransferasa colesterol (LCATA) como respuesta al ejercicio fue grupo-dependiente, aumentando modestamente en el grupo NC a las 24 y 48h; 5) la actividad de la lipoprotein-lipasa (LPLA) aumentó en IPE (17%) solo en el grupo HC, disminuyendo luego a las 24 y 48h (hasta un 17%) en relación a PRE; 6) la actividad de la proteintransferasa ester del colesterol no se modi-

ficó con el ejercicio. En conclusión, en mujeres postmenopausicas, una sesión de ejercicio de resistencia aeróbica produce como respuesta a corto plazo, un descenso favorable en los TG independientemente del estado previo de la concentración de colesterol. Sin embargo, los cambios post-ejercicio en LCATA y LPLA estuvieron influidos por el estado previo del colesterol.

El entrenamiento de fuerza aumenta el gasto energético diario total en mujeres mayores con incapacidad y enfermedad coronaria

Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease

Ades PA, Savage PD, Brochu M, Tischler MD, Lee NM, Poehlman ET

J Appl Physiol 98: 1280-1285, 2005

El gasto energético de la actividad física (PAEE) es un determinante del pronóstico y condición física en pacientes de edad avanzada con enfermedad coronaria (CHD). El PAEE y el gasto energético total (TEE) se relacionan con la masa libre de grasa, la función física y el riesgo metabólico de personas de edad avanzada. El objetivo de esta investigación fue valorar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre PAEE, TEE y condición física en mujeres de edad avanzada con CHD crónica y limitaciones de la actividad física (N=51; edad: 72±5 años). La intervención consistió en un entrenamiento progresivo de fuerza de 6 meses de duración, frente a un grupo control que realizó ejercicios respiratorios y yoga. El estudio de intervención fue completado por 42 de las 51 participantes. El grupo experimental manifestó un aumento de 177±213 kcal/día (+9%) en TEE después del periodo de entrenamiento. Esto fue debido a un aumento de 50±74 kcal/día (4%) en la tasa metabólica basal medida por calorimetría indirecta y a 123±214 kcal/día (9%) de aumento en PAEE. El entrenamiento de fuerza se asoció a una mejora de la fuerza de la parte superior e inferior del cuerpo, aunque no se modificó la masa libre de grasa o la función ventricular izquierda. Las mujeres del grupo control no tuvieron modificaciones en TEE, ni en sus determinantes. No hubo cambios entre grupos en la composición corporal, capacidad aeróbica o evaluación de la depresión mental. Los resultados demuestran que el entrenamiento de fuerza de 6 meses de duración provoca un incremento de TEE y PAEE en mujeres de edad avanzada con CHD crónica.

Efectividad de la actividad física sobre la condición física cardiorrespiratoria y la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con cáncer jóvenes y de edad media con tratamiento con quimioterapia reciente

Effectiveness of physical activity on cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in young and middle-aged cancer patients shortly after chemotherapy

Thorsen L, Skovlund E, Stromme SB, Hornslien K, Dahl AA, Fossa SD

J Clin Oncol 23: 2378-2388, 2005

El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento supervisado y flexible y realizado en casa sobre la condición física cardiorrespiratoria (CRF), estrés mental y parámetros de calidad de vida relacionados con

la salud (HRQOL) en pacientes oncológicos jóvenes y de edad media después de un periodo de tratamiento con quimioterapia. Ciento once pacientes de 18 a 50 años que habían recibido tratamiento con quimioterapia para linfomas ó cáncer de mama en mujeres y cáncer de testículo para hombres, participaron en el estudio. Los pacientes fueron asignados aleatoriamente al grupo de intervención (n=59), que realizó un entrenamiento durante 14 semanas, ó a un grupo control (n=52) que recibió un tratamiento estándar. Los resultados mostraron un aumento del VO₂max de 6,4 ml/kg/min en pacientes del grupo de intervención, y de 3,1 ml/kg/min en pacientes del tratamiento estándar. La sensación de fatiga disminuyó 17 puntos en el grupo experimental frente a 5,8 puntos en el grupo control. No hubo diferencias entre grupos en el estrés mental ó HRQOL. En conclusión, un programa de entrenamiento flexible y supervisado, realizado en casa tuvo un efecto significativo sobre la CRF en pacientes oncológicos jóvenes y de edad media después del tratamiento con quimioterapia, pero no tuvo efectos sobre la sensación de fatiga, estrés mental ó HRQOL.

Efectos de un programa intensivo de dieta y de actividad física sobre los factores de riesgo de los adultos

Effects of an intensive diet and physical activity modification program on the health risks of adults

Aldana SG, Greenlaw RL, Diehl HA, Salberg A, Merrill RM, Ohmine S, Thomas C

J Am Diet Assoc 105: 371-381, 2005

Este estudio valoró el impacto clínico de un programa de educación en el estilo de vida sobre los factores de riesgo de enfermedades crónicas en una comunidad. Se realizó un ensayo clínico aleatorio, participando 337 voluntarios de entre 43 y 81 años de edad, en un área metropolitana de EEUU. El grupo de intervención recibió un curso de educación sanitaria de 40 h en un periodo de 4 semanas. Los participantes aprendieron la importancia de un estilo de vida saludable, y como mejorar aspectos relacionados con la nutrición y la actividad física. Se valoraron los cambios en el conocimiento de la salud, nutrición y actividad física realizada, así como varios factores de riesgo de enfermedades crónicas, al comienzo de la intervención y 6 semanas después. Los resultados mostraron que los cambios en las variables estudiadas tendieron a ser significativos en el grupo de intervención, pero no en el grupo control. Las variables que mejoraron fueron el conocimiento de la salud, %grasa corporal, actividad física realizada y la mayoría de las variables relacionadas con la nutrición. Las mejoras clínicas fueron observadas en la frecuencia cardiaca de reposo, colesterol total, LDL-C, y presión sistólica y diastólica. El grupo control experimentó comparativamente menores pero significativas mejoras en el conocimiento de la salud, presión arterial sistólica y diastólica, glucosa y algunas variables relacionadas con la nutrición. Para la mayoría de las variables, el grupo de intervención mostró mayores mejorías. En conclusión, un programa de modificación del estilo de vida es una intervención eficaz para mejorar aspectos relacionados con la nutrición y la realización de actividad física a corto plazo, teniendo un efecto evidente para reducir los factores de riesgo asociados a las enfermedades crónicas que tienen mayor incidencia en nuestra sociedad.

Comparación de distintas recomendaciones de caminar en mujeres de hábitos sedentarios

Comparison of walking recommendations in previously inactive women

Hultquist CN, Albright C, Thompson DL

Med Sci Sports Exerc 37: 676-683, 2005

El objetivo de esta investigación fue comparar el número de pasos acumulados por mujeres instruidas para andar 10000 pasos/día (Grupo 10K), con aquellas que se les recomendó caminar durante 30 min la mayoría, y mejor todos los días de la semana (Grupo 30-m). Los pasos diarios fueron comparados en 58 mujeres sedentarias (edad: 45±6 años) asignadas aleatoriamente al grupo 10K ó al grupo 30-m. Todas las mujeres dispusieron de un podómetro durante 2 semanas para valorar la actividad física basal. Aquellas que alcanzaron ≤ 7000 pasos/día fueron aleatoriamente asignadas a un grupo para una intervención de 4 semanas. Todas las mujeres dispusieron de un podómetro capaz de almacenar datos de 7 días, acudiendo al laboratorio cada semana para recoger los datos acumulados. El grupo 10K dispuso de un segundo podómetro para valorar los pasos realizados diariamente. Los resultados mostraron ausencia de diferencias entre grupos en los pasos alcanzados previamente a la intervención. Durante la intervención, hubo diferencias significativas entre grupos en los pasos realizados diariamente. El grupo 30-m realizó 8270±354 pasos/día, mientras que el grupo 10K realizó 10159±292 pasos/día. El grupo 30-m realizó de media 9505±326 pasos/día los días que caminaron 30min, y 5597±363 pasos/día cuando no caminaron. El grupo 10K realizó de media 11775±207 pasos los días que cubrieron al menos 10000 pasos, y 7780±231 pasos los días que no alcanzaron su objetivo. En conclusión, las mujeres caminan más cuando tienen que cumplir el objetivo de alcanzar 10000 pasos/día, en comparación con aquellas que tienen la recomendación de caminar 30 min/día. Este último grupo, cuando las mujeres cumplían los 30min caminando, los pasos medios efectuados fueron próximos a los 10000.

Un meta-análisis de la asociación de actividad física con reducción de riesgo de cáncer colorrectal

A meta-analysis of the association of physical activity with reduced risk of colorectal cancer

Samad AK, Taylor RS, Marshall T, Chapman MA

Colorectal Dis 7: 204-213, 2005

La realización regular de actividad física parece asociarse con una reducción del riesgo de padecer cáncer colorrectal. El objetivo de esta investigación fue revisar la información disponible sobre la relación entre el ejercicio y el cáncer de colon. Para ello se realizó un meta-análisis, sobre los resultados de 19 estudios publicados. El análisis mostró una reducción significativa en el riesgo de padecer cáncer de colon en los hombres físicamente activos, tanto en relación con el trabajo laboral, como con actividades lúdicas deportivas. En mujeres, solo las actividades lúdicas deportivas se relacionaron con una protección con el cáncer de colon. No se encontró reducción del cáncer de recto en hombres ni en mujeres. En conclusión, hay una considerable evidencia de que la actividad física se asocia con un riesgo reducido de padecer cáncer

Efecto del ejercicio sobre la presión arterial en personas mayores: un estudio aleatorio

Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial
Stewart KJ, Bacher AC, Turner KL, Fleg JL, Hees PS, Shapiro EP, Tayback M, Ouyang P
Arch Intern Med. 165:756-762, 2005

Existen ciertas discrepancias con respecto a la idoneidad de los protocolos basados en el ejercicio dirigidos a reducir la presión arterial (BP), basadas en las diferencias etiológicas por la edad de la hipertensión arterial. Hay pocos estudios en ancianos que hayan evaluado modificaciones en BP en relación con cambios en la composición corporal o en la condición física. Se trataba de un estudio aleatorio de 6 meses en el que se combinaban entrenamiento aeróbico y de fuerza muscular; los sujetos control seguían su actividad física ordinaria y dieta correspondiente. Los participantes tenían 55 - 75 años con SBP de 130 a 159 mmHg ó DBP de 85 a 99 mmHg. La media de reducción era de 5,3 y 3,7 mmHg respectivamente entre los entrenados y 4,5 y 1,5 mmHg entre los controles ($P < 0,001$). No había cambios significativos entre los cambios medios de la SBP (-0.8 mm Hg; $P = 0.67$). La media de reducción de DBP era mayor entre los que hacían ejercicio (-2,2 mm Hg; $P = 0.02$). La rigidez aórtica, determinada por la velocidad de la onda de pulso, no se modificaba en ninguno de los grupos. Los cambios en la composición corporal explicaban el 8 % de la reducción de SBP ($P = 0.006$) y el 17% de la reducción en DBP ($P < .001$). Un programa de entrenamiento aeróbico y de fuerza de 6 meses de duración reduce más que en los sujetos control DBP pero no SBP en personas de edad. La falta de mejoría en la rigidez aórtica sugiere que los mayores pueden ser resistentes a las mejoras de la SBP. Las mejoras en la composición corporal asociadas con la reducción de BP y pueden resultar una vía mediante la que el ejercicio mejoraría la salud cardiovascular en ancianos varones y mujeres.

El ejercicio sin pérdida de peso es una eficaz estrategia para la reducción de la obesidad en individuos con y sin diabetes mellitus tipo 2

Exercise without weight loss is an effective strategy for obesity reduction in obese individuals with and without type 2 diabetes
Lee S, Kuk JL, Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Graham TE, Ross R
J Appl Physiol (epub ahead of print), feb 2005

No está clara la utilidad del uso de ejercicio regular sin restricción calórica o pérdida de peso en varones obesos con diabetes mellitus tipo 2 (T2D) o sin ella. Se examinaron los efectos del ejercicio sin pérdida de peso sobre la adiposidad local y general y la masa de músculo esquelético y la composición general, en el sujeto delgado, y en el obeso con y sin T2D. Participaron 24 varones en un programa de 13 semanas de ejercicio aeróbico supervisado, con sesiones de 60 minutos, 5 veces por semana a una intensidad moderada (en torno al 60 % de VO_{2pico}). Se determinó la composición corporal mediante resonancia magnética. El músculo esquelético se midió con tomografía computarizada. La condición cardiorrespiratoria se valoró mediante ergometría incremental en tapiz rodante. El peso corporal no se modificaba en ninguno de los gru-

pos como respuesta al ejercicio ($P>0,1$). Se observaron reducciones significativas en la grasa total, abdominal, subcutánea y visceral dentro de cada grupo ($P<0,01$). La reducción de las dos primeras no variaba entre los grupos ($P>0,1$), pero la visceral era mayor ($P<0,01$) en el de obesos y T2D con respecto a los delgados. También se comprobó un aumento de músculo ($P<0,01$), área muscular de alta densidad y atenuación muscular media; cambios que no diferían entre los dos grupos ($P>0,1$). Conclusión: el ejercicio regular sin pérdida de peso está asociado con una reducción significativa de grasa visceral y total, y de lípidos intramusculares en pacientes obesos y T2D.

Factores de Riesgo de enfermedad cardiovascular en deportistas regulares, varones sedentarios delgados y sedentarios obesos con abdomen prominente

Cardiovascular disease risk factors in habitual exercisers, lean sedentary men and abdominally obese sedentary men.

*O'donovan G, Owen A, Kearney EM, Jones DW, Nevill AM, Woolf-May K, Bird SR
Int J Obes Relat Metab Disord. [Epub ahead of print] 2005*

Con objeto de determinar si el riesgo cardiovascular (CVD) de los deportistas regulares se debía al ejercicio o a su delgadez se diseñó un estudio transversal de 113 varones de 30 - 45 años, no fumadores. Se compararon los factores de riesgo CDV entre deportistas regulares ($n = 39$), sedentarios delgados ($n = 46$) y obesos sedentarios ($n = 28$). Se empleó el perímetro de cintura con objeto de identificar la delgadez (< 100 cm) y la obesidad abdominal (≥ 100 cm). SE midieron presión arterial, actividad física (sobre 7 días), condición física (consumo máximo de oxígeno) y lipoproteinemia, apolipoproteínas (apoB), triglicéridos, glucosa y fibrinógeno en ayunas. Los deportistas eran más delgados y con mejor condición física que los sedentarios delgados y tenían un mejor perfil de riesgo CDV. Los niveles de colesterol total, LDL, y apo B eran menores en los deportistas delgados que en los delgados sedentarios, sugiriendo la influencia del ejercicio. El tiempo empleado en la actividad de alta intensidad era sólo significativo en las cifras de colesterol total y LDL en modelos múltiples de regresión lineal. El nivel de ejercicio tenía influencias muy modestas sobre los triglicéridos y HDL, y los efectos desfavorables sólo se hacían evidentes entre los sedentarios obesos. La cintura está correlacionada, de manera independiente con los triglicéridos y HDL, explicando entre el 44 y el 31 % de la varianza, respectivamente. Estos hallazgos sugieren que el factor de riesgo CDV de los deportistas regulares es atribuible al ejercicio y a la delgadez. La delgadez se correlaciona con niveles favorables de HDL y triglicéridos, mientras que el ejercicio se asocia con bajos niveles de colesterol total, LDL y apo B.

Determinación de patrones de actividad física en niños obesos y no obesos mediante la acelerometría "minuto a minuto"

Physical activity patterns in non obese and obese children assessed using minute-by-minute accelerometry.

Page A, Cooper AR, Stamatakis E, Foster LJ, Crowne EC, Sabin M, Shield JP

Con objeto de determinar los patrones de actividad física en una muestra de niños obesos (≥ 99 % del percentil del índice de masa corporal: IMC) (equivalente a ≥ 30 en adultos) y no obesos (< 99 % del percentil de IMC) se diseñó un estudio transversal con niños procedentes de colegios de Bristol y de la clínica de niños obesos del Bristol Royal Hospital. Se les enseñó a los niños para utilizar el acelerómetro tanto si estaban en el colegio como en la clínica, y que llevaran el aparato a lo largo de todo el día, durante 7 días. Se analizaron 133 niños, con una edad media de $10,5 \pm 0,8$ años. Eran obesos 11 de las chicas (16,9 %) y 14 de los chicos (20,6 %). Los obesos eran significativamente menos activos que lo que no lo eran ($31\ 844 \pm 13\ 200$ vs $41\ 844 \pm 10\ 430$ counts/h; 95% intervalo confianza 4407 a 15592; $P=0.001$). De manera parecida, los obesos invertían menos tiempo en ejercicio de moderada a gran intensidad que los no obesos (9.9 ± 3.9 vs 12.9 ± 4.2 min/h; 95% intervalo confianza 1.15 a 4.80; $P=0.002$). Los patrones horarios de ejercicio indicaban una tendencia a ser menos activos, por parte de los obesos en los momentos en los que es más sencilla la medida de actividad, en especial fuera del colegio. Los niños obesos presentan patrones de actividad física que pueden contribuir a mantener y facilitar la obesidad. La acelerometría "minuto a minuto" es una valiosa herramienta para investigar estos patrones en niños obesos. Puede poner de manifiesto los momentos en los que podría ser más apropiado el aumento del ejercicio, ofreciendo una base científica para la prescripción de ejercicio en atención primaria y secundaria.

Efecto a largo plazo de la actividad física sobre la incidencia de la enfermedad coronaria: un seguimiento de 12 años

The long-term effect of physical activity on incidence of coronary heart disease: A 12-year follow-up study.

Sundquist K, Qvist J, Johansson SE, Sundquist J.

Prev Med 41: 219-225, 2005

El presente estudio analizó el efecto a largo plazo del ejercicio realizado durante el tiempo libre sobre la incidencia de enfermedad coronaria (CHD) entre varones y mujeres. Para ello, se aplicó una muestra aleatoria de 2551 mujeres y 2645 varones de entre 35 y 74 años de edad, entrevistados en 1988 y 1989 y seguidos hasta 31 diciembre de 2000 con objeto de averiguar si sufrieron o no CHD. Se descartaron del estudio los que fueron ingresados por CHD en los dos años anteriores al comienzo del estudio, o los que tenían un delicado estado de salud. El ejercicio durante el ocio se clasificó en cuatro niveles, de acuerdo con la frecuencia. Se aplicó modelo de regresión de Cox, ajustado al sexo, edad, ingresos, consumo de tabaco, e IMC. Cuando la actividad física en el ocio aumentaba, se reducía el riesgo de CHD. Los que realizaban ejercicio 2 veces a la semana tenían una reducción del 41 % de CHD, con respecto a los inactivos (hazard ratio = 0.59, CI = 0.37-0.95), tras el ajuste citado. La relación beneficiosa a largo plazo del ejercicio físico durante el ocio y la reducción del riesgo para sufrir CHD en varones y mujeres se mantiene, incluso tras el ajuste de los ingresos y otros factores importantes de riesgo de CHD.

Anormalidades en la $P_{ET}CO_2$ y limitación del ejercicio en pacientes con hipertensión arterial primaria

End-tidal PCO_2 abnormality and exercise limitation in patients with primary pulmonary hypertension

Yasunobu Y, Oudiz RJ, Sun XG, Hansen JE, Wasserman K

Chest 127: 1637-1646, 2005

La hipertensión arterial primaria (PPH) es una vasculopatía pulmonar que tiene como resultado la intolerancia al ejercicio, principalmente debido a la disnea. Los autores hipotetizan que la ventilación pulmonar aumenta durante el ejercicio en PPH en relación a los valores normales, debido a que el pulmón ventilado está poco profundado, el aumento del gasto cardíaco está restringido y se puede desarrollar hipoxemia. El objetivo del estudio fue determinar la cuantía de la reducción en la $P_{ET}CO_2$ como reflejo de la anomalía en la eficiencia ventilatoria y el estímulo ventilatorio en estos pacientes. Se realizó un test ergoespirométrico (CPET) en 52 pacientes con PPH, y nueve sujetos sirvieron para configurar el grupo control. Los resultados mostraron que los pacientes con PPH el porcentaje del VO_2 pico predicho correlacionó con la presión arterial pulmonar media (mPAP) ($r = -0.59$; $p < 0,001$). La $P_{ET}CO_2$ en reposo, el umbral anaeróbico (AT) y el VO_2 pico se redujeron proporcionalmente al descenso del porcentaje predicho del VO_2 pico. Los valores de $P_{ET}CO_2$ en reposo, AT y VO_2 pico fueron también reducidos en relación al aumento de la mPAP. En contraste con los sujetos normales en los que la $P_{ET}CO_2$ aumenta desde el reposo al AT, la $P_{ET}CO_2$ disminuyó en pacientes PPH, excepto en dos pacientes con PPH moderada, en los que no se modificó. También, la $P_{ET}CO_2$ aumentó en el inicio de la recuperación, en contraste con la normalidad. La saturación de la oxihemoglobina disminuyó durante el ejercicio en la mayoría de los pacientes durante el ejercicio. En conclusión, en pacientes con PPH, la $P_{ET}CO_2$ en reposo y ejercicio es significativamente reducida en relación a la severidad de la enfermedad. El rango de valores es bajo. Además, los cambios de los valores de la $P_{ET}CO_2$ durante el ejercicio y en el inicio de la recuperación son opuestos a la normalidad.

Actividad física y supervivencia tras el diagnóstico de cáncer de mama

Physical activity and survival after breast cancer diagnosis.

Holmes MD, Chen WY, Feskanich D, Kroenke CH, Colditz GA

JAMA 293: 2479-2486, 2005

Se ha observado la reducción de la incidencia de cáncer de mama relacionada con la actividad física, aunque no se conoce el efecto sobre la recurrencia o la supervivencia tras el diagnóstico. Con objeto de determinar si la actividad física reduce el riesgo de muerte en pacientes con cáncer de mama, se compararon con pacientes sedentarias. Se llevó a cabo un estudio prospectivo sobre la respuesta de 2987 mujeres del "Nurses' Health Study", quienes fueron diagnosticadas de cáncer de mama en estadio I, II ó III, entre 1984 y 1998, y que se siguieron hasta junio de 2002. En comparación con las mujeres que hacían menos de 3 MET-hora a la semana (equivalente a caminar 1 hora entre 2 y 2,9 millas por hora), el riesgo relativo de muerte era 0,8 (95% intervalo

de confianza [CI], 0.60-1.06) para las que hacían 3 - 8,9 MET-hora por semana; 0,50 (95% CI, 0.31-0.82) para las de 9 - 14,9 MET-hora por semana; 0,56 (95% CI, 0.38-0.84) para 15 - 23,9 MET-hora por semana; y 0,60 (95% CI, 0.40-0.89) para las que hacían ≥ 24 MET-hora por semana ($P = 0,004$). El beneficio se hacía más patente en mujeres con tumores que respondían al tratamiento hormonal. El RR de estas pacientes que hacían 9 ó más MET-hora por semana comparados con las que hacían menos de esta cantidad de ejercicio era de 0,5 (95% CI, 0.34-0.74). Con respecto a las menos activas, en las que realizaban más de 9 MET-hora por semana la reducción de riesgo de muerte absoluta, sin ajustar, era del 6% en 10 años. La actividad física tras el diagnóstico de cáncer de mama puede reducir el riesgo de muerte por esta enfermedad. Los mayores beneficios se obtienen entre aquéllas que realizan el equivalente a caminar 3 - 5 horas a la semana, con escasa evidencia de mejoría si se aumenta el consumo energético. Estas pacientes pueden mejorar la supervivencia siguiendo las recomendaciones de ejercicio físico norteamericanas.

La carga de trabajo durante los test de esfuerzo afecta a los resultados en enfermos con insuficiencia cardiaca

Work-rate affects cardiopulmonary exercise test results in heart failure

Agostini P, Bianchi M, Moraschi A, Palermo P, Cattadori G, La Gioia R, Bussotti M, Wasserman K
Eur J Heart Fail 7: 498-504, 2005

Los test de esfuerzo cardiopulmonares (CPET) son utilizados para evaluar pacientes con insuficiencia cardiaca crónica (HF), generalmente utilizando protocolos personalizados en rampa. El objetivo de esta investigación fue estudiar si la duración del ejercicio o la pendiente de la rampa tienen influencia en los resultados. Noventa pacientes HF fueron estudiados ($VO_{2pico} > 20$ ml/(kg/min, $n=28$; $15-20$ ml/(kg/min, $n=39$; y <15 ml/(kg/min, $n=23$). Cada paciente realizó cuatro CPET. El estudio inicial fue utilizado para separar a los pacientes en los tres grupos mencionados, de acuerdo a su capacidad de ejercicio. En los siguientes estudios, la tasa de trabajo se incrementó en tres pendientes diseñadas para que el paciente alcanzara su capacidad pico de ejercicio en 5, 10 y 15 min desde el comienzo del protocolo en rampa, respectivamente. El orden de realización de las pruebas fue aleatorio. La carga de trabajo aplicada a la población total fue de $22,7 \pm 8,0$, $11,6 \pm 3,7$ y $7,5 \pm 2,9$ W/min con una duración del ejercicio de 5min y 16 ± 29 s, 9min y 43 ± 49 s, y 14min y 32 ± 1 s, para los test de 5, 10 y 15 min, respectivamente. El VO_{2pico} alcanzado fue de $16,9 \pm 4,3^*$, $18 \pm 4,4$ y $18 \pm 5,4$ ml/(kg/min, para los test de 5, 10 y 15 min (* = $p < 0,001$ vs 10 min). El test más corto tuvo la menor frecuencia cardiaca pico y ventilación pico, y la más alta carga de trabajo alcanzada. El VO_{2pico} y la frecuencia cardiaca fueron menores en el test de 5 min, independientemente de la severidad de la HF. El delta VO_2 / delta carga de trabajo fue menor en el test de 5min, y mayor en el test de 15 min. En todos los protocolos en rampa, delta VO_2 / delta carga de trabajo fue menor en los sujetos con más bajo VO_{2pico} . La pendiente VE/VCO_2 y el VO_2 en el umbral anaeróbico no fueron afectados por el protocolo para ningún grado de HF. En conclusión, en insuficiencia cardiaca crónica el protocolo de ejercicio tiene un pequeño efecto sobre el VO_{2pico} y delta VO_2 / delta carga de trabajo, pero no afecta al VO_2 en el umbral anaeróbico, ni a la pendiente VE/VCO_2 .

Programas de entrenamiento en lesión medular

Training programs in spinal cord injury

Rimaud D, Calmels P, Devillard X.

Ann Readapt Med Phys 48: 259-269, 2005

Los programas de entrenamiento individualizados se consideran muy efectivos para su aplicación en enfermos con lesión medular (SCI), para mejorar y mantener la capacidad física, así como para reducir el índice de riesgo cardiovascular. Sin embargo, no existe un consenso sobre el tipo, intensidad y frecuencia del entrenamiento. Se revisaron los estudios publicados, mediante los sistemas Query-Medline y Embase. Se encontraron 99 referencias: estudios clínicos sobre capacidad aeróbica de SCI; respuesta fisiológica al ejercicio de carácter máximo; y diferencias cardiovasculares entre sedentarios y activos en silla de ruedas; investigaciones sobre el efecto de los programas de entrenamiento. Se observaron diversas combinaciones de intensidad, duración, frecuencia, tipo y modelos de ergómetro. Independientemente de las características específicas de cada programa, una revisión de 25 entrenamientos cardiorespiratorios ofreció una mejoría media de entre 9 - 99% de mejora en VO_{2max} ; 19 - 118 % en potencia máxima; y una reducción en los valores submáximos tras 4 - 36 semanas de entrenamiento. Los ergómetros de silla de ruedas resultan útiles para los enfermos con SCI por reproducir el ejercicio cotidiano de estos pacientes. Tanto los programas continuos como los interválicos resultan adecuados, aunque las intensidades de ejercicio que permiten los programas con intervalos pueden resultar más beneficiosos ya que reproducen con mayor fidelidad el tipo de ejercicios que se ejecutan en la vida corriente. En base a estos estudios, se recomienda entrenar entorno, o por encima del 70 % de la frecuencia cardíaca máxima, durante 30 minutos de ejercicio rítmico, 3 días a la semana, durante 8 semanas, que podría constituir la base de un programa de entrenamiento de resistencia para enfermos con SCI.

Una alternativa de prescripción de ejercicio y eficacia del test de esfuerzo en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica: un estudio controlado aleatorio

An alternative approach for exercise prescription and efficacy testing in patients with chronic heart failure: a randomized controlled training study

Meyer T, Gorge G, Schwaab B, Hildebrandt K, Walldorf J, Schafer C, Kindermann I, Scharhag J, Kindermann W

Am Heart J 149: e1-7, 2005

La prescripción del entrenamiento de resistencia aeróbica y su eficacia en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica (CHF) se refiere normalmente a parámetros máximos alcanzados en prueba de esfuerzo, que están influenciados por factores de motivación. Sin embargo, la utilización de parámetros submáximos quizá represente una mejor alternativa. Se valoró a 54 pacientes con CHF (57 ± 10 años; NYHA II=40; NYHA III=14), que fueron distribuidos aleatoriamente en un grupo de entrenamiento (T; n=26) o en un grupo control (CO; n=28). El entrenamiento consistió en 45 min de pedaleo en bicicleta a una intensidad correspondiente al umbral anaeróbico (AT), durante 12

semanas, 4-5 días por semana. Se realizó una valoración ergoespirométrica antes y después del periodo de entrenamiento. Los resultados mostraron un significativo desplazamiento hacia la derecha de la curva de la frecuencia cardiaca en el grupo T frente al CO (descenso de la frecuencia cardiaca). El AT aumentó significativamente un 11,6% en T, en comparación con CO. Se detectaron cambios positivos subjetivos de “estar bien” en el grupo T frente al CO. En conclusión, en pacientes con CHF, el entrenamiento puede prescribirse y su eficacia controlarse mediante el uso exclusivo de parámetros submáximos. El umbral anaeróbico representa una adecuada referencia de intensidad de entrenamiento para esta población.

Empleo de actividad física casera para cáncer de mama

Home-based physical activity intervention for breast cancer patients

Pinto BM, Frierson GM, Rabin C, Trunzo JJ, Marcus BH

J Clin Oncol 23: 3577-3587, 2005

Se valoró la eficacia de un programa de actividad física realizado en casa para pacientes de cáncer de mama en estadio precoz. Se estudiaron 66 mujeres sedentarias, de $53,14 \pm 9,7$ años de edad media, que habían completado el tratamiento de cáncer de mama de estadio 0 a II, asignándoles aleatoriamente unas al grupo de intervención (PA) y otro al control. El programa consistía en 12 semanas de ejercicio, con instrucciones por teléfono. Las determinaciones se hacían al comienzo, tras el programa de 12 semanas y 6 y 9 meses después del comienzo. Se observaba que el grupo PA mostraba mayor cantidad de actividad física, mayor número de minutos de intensidad moderada y mayor gasto energético semanal que el control. El grupo PA pasó, además, un test de campo en el que no se objetivaron diferencias. El grupo PA estaba más motivado para hacer ejercicio. No había diferencias en el índice de masa corporal (IMC) ni en el porcentaje graso. Las comparaciones post-tratamiento revelaron mejoras en el vigor y reducción de la fatiga en el grupo PA. Además, se apreciaba una tendencia favorable con respecto al humor y la autoestima. La intervención obtuvo resultados favorables al incrementar la actividad física, mejorar la condición física, y el bienestar psicológico. Estos resultados muestran conclusiones importantes en el apoyo para la recuperación de estas enfermas.

Lactancia y componentes del síndrome metabólico: hallazgos del “European Youth heart Study”

Infant feeding and components of the metabolic syndrome: findings from the European Youth Heart Study.

Lawlor DA, Riddoch CJ, Page AS, Andersen LB, Wedderkopp N, Harro M, Stansbie D.

Arch Dis Child 90:582-588, 2005

Con objeto de valorar la asociación entre el tipo y duración de la lactancia con los elementos del síndrome metabólico en niños de 9 y 15 años de edad se estudiaron un total de 2192 niños, tomados de manera aleatoria, procedentes de Estonia (n = 1174) y Dinamarca (n = 1018). Se midieron la resistencia a la insulina, triglicéridos, HDL-colesterol, y presión arterial sistólica (SBP). Los niños que habían sido amamantados

exclusivamente por pecho tenían menores cifras de SBP. Tras un ajuste completo por edad, sexo, país, peso al nacer, estado puberal, índice de masa corporal (IMC), altura, educación paterna y materna, ingresos y hábito de tabaco, la SBP de estos niños era 1,7 mm Hg menor (95% CI -3.0 a -0.5). Además, había una asociación dosis-respuesta a lo largo de las diversas categorías, desde los que nunca recibieron pecho, hasta los que lo hicieron más de 6 meses. La lactancia materna no estaba relacionada con ningún otro factor del síndrome metabólico. Cuando se examinaban de forma separada, los resultados eran semejantes en los dos países citados. La magnitud de la asociación, su independencia de factores que pudiesen enmascarar la relación, y la relación dosis-respuesta sugieren que la lactancia materna exclusiva tiene relación causal con la reducción de la SBP. Los resultados son semejantes a los efectos publicados sobre la restricción de sal y la actividad física sobre la presión arterial en la población adulta, lo que resalta su importancia para la salud.

La contractilidad del músculo esquelético está preservada en pacientes con EPOC con masa libre de grasa normal

Skeletal muscle contractility is preserved in COPD patients with normal fat-free mass
Degens H, Sancher Horneros JM, Heijdra YF, Dekhuijzen PN, Hopman MT
Acta Physiol Scand 184: 235-242, 2005

Una disfunción muscular periférica ocurre a menudo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (COPD). Esa disfunción muscular puede ser causada por una pérdida en la capacidad de generar fuerza como resultado de una disminución de la masa muscular, así como de otras alteraciones en las propiedades contráctiles del músculo esquelético. Se determinaron la fuerza isométrica máxima y la fatigabilidad en presa de mano y músculo cuádriceps en nueve pacientes con COPD (FEV₁= 30-50% del predicho) y sujetos control, de parecida masa libre de grasa (FFM), nivel de actividad física y edad. Las propiedades contráctiles y la fatigabilidad del cuádriceps fueron estudiados mediante contracciones isométricas evocadas eléctricamente. Los resultados mostraron que la máxima fuerza voluntaria (MVC) y la fatigabilidad de los músculos del antebrazo (presa de mano) no diferían entre pacientes y sujetos control. También la MVC del cuádriceps y la tasa de aumento de fuerza, tiempo de contracción, relación fuerza-frecuencia y fatigabilidad, fueron similares entre pacientes y sujetos control. En conclusión, la fuerza muscular, las propiedades contráctiles y la fatigabilidad están preservadas en pacientes con COPD moderada y una normal FFA y actividad física. Esto sugiere que la disfunción muscular esquelética no tiene lugar durante la COPD moderada hasta que la caquexia y/o el descenso de la actividad física ocurren.

Efecto del ejercicio sobre la liberación de nicotina a través de la piel en fumadores habituales, sanos

Effect of exercise on transdermal nicotine release in healthy habitual smokers
Bur A, Joukhadar C, Klein N, Herkner, Mitulovic G, Schmid R, Agnetter E, Muller M, Brunner M
Int J Clin Pharmacol Ther 43:239-243, 2005

Los parches de nicotina se han convertido en una herramienta terapéutica habitual en los programas de deshabituación de tabaco en los pasados años. Sin embargo, existe la idea de que la liberación de modifica con la actividad física, produciendo concentraciones tóxicas en plasma que podrían ser responsables de ciertos trastornos. Se compararon dos tipos diferentes de parches (TDNS) en reposo y durante el ejercicio de alta intensidad, en un estudio transversal en fumadores sanos (n = 10). Los sujetos eran asignados aleatoriamente 21 mg/d del tipo A ó B el día 1 y 2. Los parches se aplicaron 8 horas antes de comenzar el ejercicio, y la nicotina se midió en plasma y tópica en los tejidos de aplicación mediante microdiálisis. No se observaba diferencia entre los grupos en los valores medios del área bajo la curva tiempo-concentración en reposo de 0 - 8 horas AUC (0-8) ($p < 0.799$) y durante el ejercicio entre 8 - 11 horas AUC (8-11) ($p < 0.878$). Los valores de C(max) entre grupos con valores C(max) de 16.4 ± 9.5 ng/ml y 16.0 ± 10.7 ng/ml en reposo ($p < 0.919$, NS) y 10.05 ± 6.8 ng/ml y 10.2 ± 6.9 ng/ml ($p < 0.959$, NS) no variaron significativamente en ejercicio. Las concentraciones de nicotina en los tejidos se duplicaron con respecto a las cifras basales ($p < 0,878$). El flujo sanguíneo durante el ejercicio aumentaba significativamente ($p < 0,001$). No se observaron efectos adversos. El presente estudio muestra que la administración transdérmica de nicotina mediante TDNS aumenta durante el ejercicio. Sin embargo, este incremento no tiene efecto significativo sobre la farmacocinética plasmática. Es mas, los datos farmacocinéticas indican que ambos tipos de parches analizados son equivalentes tanto en reposo como en ejercicio.

Influencia de la duración del programa y la frecuencia de controles sobre la eficacia y el coste de la rehabilitación cardiaca

Impact of program duration and contact frequency on efficacy and cost of cardiac rehabilitation: results of a randomized trial

Reid RD, Dafoe WA, Morrin L, Mayhew A, Papadakis S, Beaton L, Oldridge NB, Coyle D, Wells GA Am Heart J 149: 862-868, 2005

Se considera recomendable, para la mayor parte de los pacientes con enfermedad coronaria (CAD), la prevención secundaria mediante la rehabilitación cardiaca (CR). La duración y la frecuencia óptimas de un programa de rehabilitación no están establecidos completamente, aunque habitualmente se suele reembolsar lo correspondiente a 3 meses. Este estudio compara un programa estándar de 33 sesiones en 3 meses y otro de 33 sesiones en 12 meses con respecto a su efecto sobre el ejercicio, factores de riesgo, factores de calidad de vida respecto de la salud (HRQL), síntomas depresivos, y costo económico del programa. Se valoraron 392 pacientes tomados aleatoriamente para seguir el programa estándar (n = 196) o el alargado (n = 196). Los resultados consistían en patrones cardiorrespiratorios, actividad física diaria, factores de riesgo coronario, enfermedad cardiaca HRQL, síntomas depresivos, medidos 12 y 24 meses después del comienzo del programa. Estas variables se volvieron a medir a los 3 meses. Los costos se calcularon 2 años después de iniciado el programa. Se comprobó que ambos grupos mostraban mejoría a lo largo del tiempo en la condición física cardiorrespiratoria, actividad física diaria, LDL-colesterol, enfermedad cardiaca y general HRQL, y síntomas depresivos. Al pasar el tiempo la presión arterial y el índice de masa corporal empeoraban. El hábito de fumar, HDL-colesterol y triglicéridos se

mantendrían sin cambios. No se detectaron cambios significativos entre ambos grupos a los 12 ni a los 24 meses. Los costos tampoco resultaban diferentes. Por consiguiente, desde un punto de vista clínico este estudio indica que ambas modalidades son semejantes para los enfermos de CAD a largo plazo, por lo que cualquiera de ellos puede aplicarse al paciente, dependiendo de las características del mismo y sus necesidades. Los costos también son semejantes.

Efectos de un programa de estilo de vida sobre la presión arterial ambulatoria y el uso de medicación en pacientes hipertensos en tratamiento: un estudio aleatorio controlado

Effects of a lifestyle programme on ambulatory blood pressure and drug dosage in treated hypertensive patients: a randomized controlled trial

Burke V, Beilin LJ, Cutt HE, Mansour J, Wilson A, Mori TA

J Hypertens 23:1241-1249, 2005

Con objeto de analizar los efectos de un programa multifactorial de modificación del estilo de vida sobre las necesidades farmacológicas en el tratamiento antihipertensivo, valoraron un grupo de pacientes hipertensos con sobrepeso, que utilizaban unos o dos medicamentos antihipertensivos, distribuyéndose de manera aleatoria en dos grupos: control (n = 118), y experimental (n = 123). Se prescribió un programa de 4 meses de duración con pérdida de peso, baja en sodio, adición de pescado, actividad física y moderación del consumo de alcohol. Tras 4 meses, cuando la presión arterial media a lo largo de 24 horas era menor de 135/85 mmHg se retiraba la medicación, y se reevaluaba tras 4 semanas. Completaron el estudio 90 pacientes del grupo control y 102 del experimental. La media de variación de la presión arterial de 24 h se modificó en $-1,0/-0,3 \pm 0,5/0,4$ mmHg en los controles y $-4,1/-2,1 \pm 0,7/0,5$ mmHg en los experimentales ($P < 0,01$). En el seguimiento las modificaciones en ambos grupos no supusieron diferencias significativas ($4,1/1,3 \pm 1,1/1,0$ mmHg en controles; $2,5/-0,1 \pm 1,1/0,8$ mmHg en el grupo del programa; $P = 0,73$). A los 4 meses, la retirada de medicación difería significativamente entre grupos ($P = 0,038$) en varones (control 46 %; experimental 66 %), pero no en mujeres (65 y 64 %, respectivamente; $P = 0,964$). Durante el seguimiento no se apreciaron diferencias entre géneros; y un 41 % en el grupo control y un 43 % en el experimental mantenían el estatus de retirada de la medicación. Con el programa hubo una pérdida neta de peso de 3,5 kg ($P < 0,001$) a los 4 meses y 3 kg ($P < 0,001$) durante el seguimiento; las pérdidas en el perímetro de cintura fue de 3,3 cm ($P < 0,001$) y 3,5 cm ($P < 0,001$), respectivamente. Como conclusión se establece que un programa multifactorial de modificación del estilo de vida en pacientes hipertensos reduce la presión arterial a corto plazo. La reducción de la obesidad central se mantiene 1 año después, pudiendo reducir así el riesgo cardiovascular.

Fuerza muscular y funcionalidad en pacientes con fibrosis quística

Muscular strength and function in patients with cystic fibrosis

Sahlberg ME, Svantesson U, Thomas EM, Strandvik B

34 *Chest* 127:1587-1592, 2005

Durante 20 años la actividad física ha sido un importante componente del tratamiento de los pacientes con fibrosis quística (CF) en Suecia. Sin embargo, los datos correspondientes a la condición física de la fuerza muscular de éstos son escasos. Con objeto de comparar la fuerza muscular y la funcionalidad de estos enfermos con CF con respecto a sujetos sanos (CG) se estudiaron 33 pacientes con CF (16 mujeres) de 16 a 35 años de edad y 20 sanos con características semejantes de edad y género. Todos los participantes practicaban ejercicio 2 a 3 veces en semana. Se hicieron test de salto vertical, fuerza de mano, abdominal, brazo/hombro, cuádriceps y test de resistencia de piernas. Los enfermos con CF mostraron una menor fuerza muscular y funcionalidad comparados con las población control (las mujeres: fuerza máxima de mano en la derecha $p = 0,02$ y en la izquierda $p = 0,001$; fuerza mantenida en mano en la izquierda $p = 0,002$, y en la pierna resistencia $p = 0,02$; en los varones había diferencia en el número de "sit up" en 30 segundos $p = 0,03$; y en la pierna izquierda la fuerza isocinética de fuerza $p = 0,002$; y en la fuerza isocinética de cuádriceps izquierda a 180° por segundo $p = 0,02$. Las diferencias no estaban relacionadas con los trastornos pancreáticos o pulmonares. No había diferencias significativas entre CF y CG en los otros factores. El estudio muestra pocas diferencias con respecto a la actividad muscular entre pacientes con CF y sanos. Ambos grupos tenían niveles regulares de actividad física moderada - alta. Son necesarios mas estudios para valorar si la pequeña, pero significativa diferencia podría relacionarse con las alteraciones metabólicas en el músculo esquelético de estos enfermos.

El fenotipo del músculo esquelético se asocia con la tolerancia al ejercicio en pacientes con enfermedad arterial periférica

Skeletal muscle phenotype is associated with exercise tolerance in patients with peripheral arterial disease

Askew CD, Green S, Walker PJ, Kerr GK, Green AA, Williams AD, Febbraio MA.

J Vasc Surg 41:802-807, 2005

Se estudiaron un grupo de sujetos sanos y de enfermos para estudiar la relación entre tipo de fibras musculares y la intolerancia al ejercicio en la enfermedad arterial periférica (PAD). Caminaron en tapiz rodante y se analizó el fenotipo muscular del músculo gemelo. La hipótesis consistía en considerar que los músculos gemelos de los pacientes con PAD tendrían alguna característica alterada, que pudiese relacionarse con la intolerancia al ejercicio. Se estudiaron 17 enfermos de PAD y claudicación intermitente y 13 sanos de la misma edad. Cada sujeto completaba un test de caminar en tapiz rodante y se sometía a una biopsia muscular obtenida del gemelo interno del miembro más isquémico, y otra al azar en los sanos. Las muestras fueron analizadas para ver el tipo de fibra, el área de sección, la relación fibra/capilar, el número de capilares en contacto con cada tipo de fibra y la densidad óptima de glucógeno dentro de cada fibra. La capacidad de ejercicio medida en el test de caminar era de sólo el 30 - 40 % de lo observado en controles. El grupo con PAD tenía una menor proporción de fibras tipo I ($P < 0,05$), y una tendencia a menor área de sección ($P = 0,08$). El área relativa de fibras tipo I; la relación capilar/fibra; los capilares en contacto con cada fibra tipo I y IIa; y la densidad óptica de glucógeno en las fibras tipo I se correlacionaban directamente con la tolerancia al ejercicio en los pacientes con PAD ($P < 0,05$), pero no en los controles. Por tanto, estos datos sugieren que el fenotipo

muscular está alterado en los pacientes con PAD, y que tales alteraciones están asociadas a la intolerancia al ejercicio. A la luz de estos hallazgos, los tratamientos tales como el entrenamiento de fuerza o la electroestimulación que actúan sobre el músculo esquelético puede resultar beneficioso, si bien son necesarias mayor número de pruebas para garantizar la seguridad de estos tratamientos.

Tipo e intensidad de la actividad y riesgo de limitación de la movilidad: el papel de los parámetros musculares

Type and intensity of activity and risk of mobility limitation: the mediating role of muscle parameters

Visser M, Simonsick EM, Colbert LH, Brach J, Rubin SM, Kritchevsky SB, Newman AB, Harris TB; for the Health ABC Study

Am Geriatr Soc 53:762-770, 2005

Con objeto de estudiar la relación entre los diferentes tipos de comportamientos de la actividad física y la incidencia en ella de las limitaciones de movilidad en personas de edad, se estudiaron ciertos parámetros musculares a lo largo de 4 años y medio de seguimiento. Se estudiaron 3075 varones y mujeres, blancos y negros de 70 a 79 años de edad sin trastornos de movilidad que les impidieran caminar un cuarto de milla o subir 10 escalones; todos ellos participantes en el *Health, Aging and Body Composition (Health ABC) Study*. Fueron clasificados como deportistas (> 1.000 kcal/semana de ejercicio); activos (< 1.000 kcal/semana de ejercicio, pero > 2719 kcal/semana de actividad física total); e inactivos (< 1.000 kcal/semana de ejercicio, y < 2719 kcal/semana de actividad física total). La movilidad limitada se definía como la concurrencia de cualquier dificultad para realizar los ejercicios citados dos veces consecutivas en los cuestionarios semestrales. Se valoraron el área muscular del muslo; el grado de atenuación del músculo del muslo (índice de infiltración grasa muscular); masa de tejido magro apendicular; y la fuerza isocinética extensora de rodilla. A lo largo de 4,5 años el 34,3 % de los varones y el 47,4 % de las mujeres desarrollaron fenómenos de movilidad limitada. Las personas inactivas lo sufrían el doble de veces que los deportistas (relación de riesgo HR = 2,08, 95 % de intervalo de confianza CI = 1,6 - 2,7 para varones HR = 1,98, 95% CI = 1,51-2,60, para mujeres. Los activos presentaban un riesgo intermedio (HR = 1,47 y 1,44 respectivamente). Para los activos y los sedentarios, la falta de caminar sumaba riesgo de incapacidad. Las pruebas musculares no correlacionaban la actividad física con la movilidad limitada, excepto la fuerza extensora de la rodilla en varones. Por tanto, el ejercicio y un estilo de vida activo, que incluye caminar protege contra la pérdida de movilidad en varones y mujeres de edad. Los efectos de la actividad sobre los parámetros musculares citados no explican esa correlación.

Efectos del entrenamiento físico sobre los niveles plasmáticos de proteína C-reactiva en adultos sanos

Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in healthy adults: the HERITAGE family study

Lakka TA, Lakka HM, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Wilmore JH, Bouchard C

36 *Eur Heart J (pub ahead of print)* 29-jun, 2005

El objetivo de esta investigación fue valorar los efectos del entrenamiento físico sobre la proteína C-reactiva plasmática, un marcador de la inflamación. Se realizaron 20 semanas de programa de ejercicio estándar en 652 sujetos sedentarios de razas blanca y negra, tanto hombres como mujeres. Se midió la proteína C-reactiva con un método de alta sensibilidad, y con valoración estándar de sus concentraciones (baja <1,0 mg/l, n=265; moderada: 1,0-3,0 mg/l, n=225; alta >3,0 mg/l, n=162). La reducción media de la proteína C-reactiva fue de 1,34 mg/l en el grupo con niveles altos, no modificando sus concentraciones en los grupos de nivel bajo y moderado. Los cambios en la proteína C-reactiva se correlacionaron con modificaciones en el peso corporal, glucosa, insulina, LDL colesterol, HDL colesterol, triglicéridos, presión arterial sistólica y diastólica, y consumo máximo de oxígeno. La reducción de los niveles de proteína C-reactiva en el grupo de valores más altos se produjo en todos los grupos de población. En conclusión, los niveles de proteína C-reactiva disminuyen en respuesta al entrenamiento físico en adultos sedentarios sanos con altos niveles iniciales de proteína C-reactiva. Este hallazgo puede explicar parcialmente la efectividad de los programas de ejercicio en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

La contractilidad muscular esquelética se conserva en pacientes con EPOC con una masa libre de grasa normal.

Skeletal muscle contractility is preserved in COPD patients with normal fat-free mass

Degens H, Sanchez Horneros JM, Heijdra YF, Dekhuijzen PN, Hopman MT

Acta Physiol Scand 84: 235-242, 2005

Una disfunción muscular periférica ocurre a menudo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). La disfunción muscular puede ser causada por una pérdida en la capacidad de generar fuerza, dando como resultado un descenso de la masa muscular, así como por otras alteraciones en las propiedades contráctiles del músculo esquelético. En este estudio se determinaron la fuerza isométrica máxima y la fatigabilidad en *presa de mano* y cuádriceps, en nueve pacientes con EPOC ($FEV_1 = 30-50\%$ del predicho), y en sujetos control con la misma masa libre de grasa (FFM), nivel de actividad física y edad. Las propiedades contráctiles y la fatigabilidad del cuádriceps fueron también estudiados con contracciones isométricas evocadas eléctricamente. Los resultados mostraron, que la fuerza máxima voluntaria (MVC) y la fatigabilidad de los músculos del *handgrip* no fueron diferentes entre pacientes y sujetos control. También la MVC del cuádriceps y la tasa de aumento de la fuerza, el tiempo de contracción, la relación fuerza-frecuencia y la fatigabilidad, fueron similares entre pacientes y sujetos control. En conclusión, la fuerza muscular esquelética, las propiedades contráctiles y la fatigabilidad se mantienen en pacientes con moderada EPOC con masa muscular y nivel de actividad física normal. Esto sugiere que la disfunción muscular esquelética no tiene lugar durante la EPOC moderada hasta que la caquexia y/o el descenso de la actividad física tienen lugar.

Relación entre el estrés laboral y el índice de masa corporal (IMC) en 45.810 empleados varones y mujeres

Relationship between work stress and body mass index among 45,810 female and male employees.

Kouvonen A, Kivimaki M, Cox SJ, Cox T, Vahtera J

Psychosom Med 67: 577-583, 2005

Ha aumentado con rapidez la proporción de pacientes con sobrepeso y obesos, y la obesidad se ha convertido en un importante problema de salud pública. Al mismo tiempo ha crecido el estrés laboral. Ambos trastornos si la tensión en el trabajo favorecen los hábitos nutricionales insanos y el comportamiento sedentario que trae consigo la ganancia de peso. Este estudio analiza la relación entre estas variables. Se empleo un cuestionario transversal, correspondiente al "Finnish Public Sector Cohort Study", atribuyendo niveles de estrés relacionado con modelo de exigencia/control y esfuerzo/recompensa. La regresión lineal se estratificó por sexo y nivel socioeconómico (SES), ajustándolo por la edad, estado civil, tipo de contrato, consumo de tabaco, alcohol, actividad física y afectividad. Los resultados mostraron que el menor control laboral, la mayor sobrecarga laboral, y la mayor desproporción esfuerzo/retribución se asociaban a mayor IMC. En los varones, la menor exigencia laboral se relacionaba con mayor IMC. Estas asociaciones no tenían en cuenta SES, aunque se realizaron ciertos ajustes para atenuar el sesgo. Los resultados obtenidos con las puntuaciones a nivel individual tenían la misma tendencia pero la relación era mas débil que cuando se comparaban de forma agrupada. Como conclusión podemos mostrar que se observa una débil relación entre estrés laboral e IMC.

Indicios epidemiológicos del papel de la actividad física en la reducción del riesgo de sufrir diabetes mellitas tipo 2, y enfermedad cardiovascular

Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease

Bassuk SS, Manson JE

J Appl Physiol 99:1193-1204, 2005

Los estudios epidemiológicos sugieren que los individuos físicamente activos tienen entre el 30 y el 50 % menor de riesgo para desarrollar diabetes mellitus tipo 2, con respecto a los sedentarios y que proporciona una reducción semejante para las enfermedades coronarias. Estas modificaciones se observan con sólo 30 minutos de ejercicio de intensidad moderada diario. Los mecanismos protectores son el control de peso; la reducción de la resistencia a la insulina; control de la hipertensión; de la dislipemia aterogénica; de la inflamación; el aumento de la sensibilidad a la insulina; control glucémico; de la fibrinólisis y de la función endotelial. Las iniciativas públicas podrían ofrecer el mejor equilibrio entre eficacia y viabilidad incrementando la salud cardiovascular y metabólica en las poblaciones tradicionalmente sedentarias, mediante el impulso de la práctica del ejercicio físico moderado.

Aptitud para la carrera de fondo en la adolescencia como predisponente de los niveles de presión arterial e hipertensión en varones: un seguimiento de 25 años

Endurance running ability at adolescence as a predictor of blood pressure levels and hypertension in men: a 25-year follow-up study.

Bassuk SS, Manson JE

Int J Sports Med 26: 448-452, 2005

El objetivo del estudio consistía en analizar si la condición aeróbica, medida mediante una prueba máxima de carrera de resistencia en la adolescencia predisponía variación en la prevalencia de la hipertensión arterial, y los niveles de presión arterial en la edad madura. Se sometieron 413 sujetos (197 corredores lentos, y 216 rápidos) a una carrera de 2.000 m en 1976, y respondieron a un cuestionario en 2001, 29 sujetos (15 corredores muy lentos y 14 corredores muy rápidos). Al comparar los que eran rápidos en la adolescencia, con los que eran lentos se comprobó un mayor riesgo de hipertensión durante el seguimiento, ajustando a la edad (OR 2.7, 95 % CI 0.9 - 7.5; $p=0.07$). Los resultados se mantenían incluso después de ajustar para el índice de masa corporal (OR 2.9, 95 % CI 1.0 a 8.3; $p=0.05$). La presión arterial diastólica era mayor en los corredores adolescentes muy lentos con respecto a los muy rápidos, siendo la presión arterial sistólica media de 90 mm Hg (95 % CI 86 a 93) vs. 83 mm Hg (95 % CI 80 a 87), con ajuste por la edad $p=0,013$. La condición física de resistencia en adolescentes predispone al bajo riesgo de hipertensión y a las cifras bajas de presión arterial sistólica en reposo en varones adultos.

Intercambio gaseoso durante el ejercicio en sujetos asmáticos físicamente activos

Gas Exchange During Exercise in Habitually Active Asthmatic Subjects

Haverkamp HC, Dempsey JA, Miller JD, Romer LM, Pegelow DF, Rodman JR, Eldridge MW

J Appl Physiol (pub ahead of print) 14-jul, 2005

Se estudiaron las relaciones entre el intercambio gaseoso, los mecanismos ventiladores y la inflamación de la vía aérea durante el ejercicio de intensidad moderada a alta en asmáticos. Se analizaron 21 sujetos activos, con potencia aeróbica ($VO_2\text{max}$ de $48,2 \pm 7,0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), que padecían asma leve a moderada (VEMS: $94 \pm 13 \%$ del valor de predicción). Tomaron parte en una prueba sobre tapiz rodante hasta el agotamiento ($11,2 + 0,15 \text{ min}$) en torno al 90 % del $VO_2\text{max}$. La saturación de oxígeno arterial se redujo a $\leq 94 \%$ durante el ejercicio en 8 de los 21 sujetos debido, en gran parte a la reducción del oxígeno arterial (PaO_2) $93,0 \pm 7,7$ a $79,7 \pm 4,0 \text{ Torr}$. A esta reducción contribuyeron, de igual modo, tanto la mayor diferencia de oxígeno alveolocapilar ($AaDO_2$), como la amplitud de la respuesta ventilatoria. La limitación del flujo aéreo y la inflamación de la vía basales no se correlacionaban con el intercambio gaseoso durante el ejercicio, aunque sí se observó un incremento de los niveles de histamina en esputo durante la prueba, inversamente proporcional a PaO_2 y directamente a $AaDO_2$. La resistencia pulmonar media se mantuvo elevada durante el ejercicio ($3,4 \pm 1,2 \text{ cm H}_2\text{O}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) y no se modificaba a lo largo del mismo. Se encontró limitación del flujo espi-

ratorio en 19 de los 21 pacientes de en torno al 43 ± 35 % del volumen corriente hacia el final de la prueba, y el volumen pulmonar teleespiratorio (EELV) llegó, en la fase de agotamiento a ser $0,25 + 0,47$ L mayor que en reposo. Estas exigencias mecánicas de la ventilación contribuyeron a una heterogénea y frecuentemente insuficiente respuesta ventilatoria. PaCO₂ se establecía entre 30 a 47 Torr al final del ejercicio. Por tanto, existe un trastorno en el intercambio gaseoso durante el ejercicio de alta intensidad en un número significativo de asmáticos que hacen ejercicio regularmente debido a la alta resistencia de la vía aérea y posiblemente al efecto deletéreo de la inflamación de la vía aérea inducida por el ejercicio sobre la eficiencia del intercambio gaseoso.

Efectos de un programa de prevención de enfermedades crónicas en el puesto de trabajo

The effects of a worksite chronic disease prevention program

Aldana SG, Greenlaw RL, Diehl HA, Salberg A, Merrill RM, Ohmine S.

J Occup Environ Med 47: 558-564, 2005

Se estudiaron el comportamiento y el impacto de un programa de prevención de enfermedades crónicas en el puesto de trabajo. Un grupo de trabajadores adultos participaron en un estudio clínico aleatorio de intervención sobre el estilo de vida. Se pretendió modificar la nutrición y la actividad física, además de otra serie de factores de riesgo, que fueron valorados antes y después de los 6 meses que duró la intervención. La comprensión de las necesidades para un estilo de vida saludable aumentó al final del programa. Los participantes incrementaron significativamente su comprensión acerca de la alimentación sana y la actividad física, y disfrutaban de una más saludable dieta y nivel de actividad física a las 6 semanas y a los 6 meses. Los participantes también redujeron significativamente la masa grasa, la presión arterial y el nivel de colesterol. Este programa puede aumentar la Educación Sanitaria; mejorar la nutrición y la actividad física; y mejorar el riesgo de enfermedad de los trabajadores a corto plazo.

¿Cómo prescribir ejercicio en la práctica clínica?

How to prescribe physical activity in clinical practice?

Simon C, Chabrier G

Ann Endocrinol (Paris) 66: 2S 29-35, 2005

La acumulación de indicios científicos indican que la actividad física regular ofrece beneficios para la salud significativos. Además de su interés preventivo, su estímulo es una eficaz aproximación a diversos problemas de salud como la obesidad y la diabetes mellitas tipo 2. La prescripción clínica se basa en dos aproximaciones complementarias dirigidas a reducir el sedentarismo y/o promover un estilo de vida activo con objetivo a largo plazo. Los médicos pueden jugar un papel estelar en la motivación de los pacientes recomendándoles según sus limitaciones físicas, sus objetivos, inquietudes, o sus dificultades para hacer ejercicio. Analizar las actitudes de los enfermos y su motivación hacia la actividad física es un elemento clave para el éxito. Debería ser evaluado de manera objetiva, y definido con claridad para la aplicación al paciente, considerando, asimismo el entorno familiar y social.

Efectos de la obesidad y el sexo sobre el costo energético y la velocidad preferida de marcha

Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking

Browning RC, Baker EA, Herron JA, Kram R

J Appl Physiol (epub ahead of print) 6-oct, 2005

El costo metabólico de caminar está determinado en gran medida por la masa corporal, pero no está claro como la composición corporal y la distribución de esa masa influencia en el costo energético. Los autores hipotetizaron que caminar es más costoso para mujeres obesas en comparación con hombres obesos y mujeres y hombres con pesos corporales normales. Además, los autores comprobaron si para todos los grupos estudiados, la velocidad preferida de marcha pudiera corresponder a la velocidad de menor costo energético por distancia recorrida. Se midió la composición corporal, VO_2 max y velocidad de marcha preferida de 39 (19 obesos clase II, 20 personas de peso normal) hombres y mujeres. También se evaluó VO_2 y VCO_2 , mientras que los sujetos caminaban sobre un tapiz rodante a seis velocidades distintas (0,50 - 1,75 m/s). Los resultados mostraron que tanto la obesidad como el sexo, afectaron a la tasa metabólica neta (W/kg) al caminar. La tasa metabólica neta de los sujetos obesos fue solo un 10% mayor (por kg) que los sujetos de peso normal, y la tasa metabólica neta de las mujeres fue un 10% mayor que para los hombres. El aumento de la tasa metabólica neta en elevadas velocidades de marcha fue mayor en mujeres obesas que en los otros grupos. La velocidad preferida de marcha no fue diferente entre grupos (1,42 m/s), y fue cercana a la velocidad de menor costo energético por distancia. Sorprendentemente, la distribución de la grasa no se relacionó con la tasa metabólica, pero la composición corporal (% grasa) si lo hizo ($r^2= 0,43$). Se necesitan nuevos estudios biomecánicos de la marcha para investigar si los sujetos obesos adoptan mecanismos de ahorro de energía durante la marcha.

Prevalencia del sobrepeso en niños con alteraciones de desarrollo en el NHANES 1999 - 2002

Prevalence of overweight in children with developmental disorders in the continuous national health and nutrition examination survey (NHANES) 1999-2002.

Bandini LG, Curtin C, Hamad C, Tybor DJ, Must A

J Pediatr 146:738-743, 2005

Se planteó medir la prevalencia del sobrepeso en niños relacionada con los trastornos del desarrollo sobre los datos nacionales (norteamericanos). El actual informe continuo sobre salud y nutrición (NHANES) 1999 - 2002 contiene cuatro preguntas para identificar a los niños con trastornos en el desarrollo. Se analizó el índice de masa corporal (IMC), con la talla y el peso, obteniéndose también los percentiles específicos de sexo y edad definidos por los Centros para el Control de Enfermedades y Prevención. El percentil 85 en el IMC significaba riesgo para el sobrepeso y el 95 lo diagnosticaba. Se encontró una mayor prevalencia de riesgo para el sobrepeso y sobrepeso entre niños con limitaciones físicas y una mayor prevalencia de sobrepeso en chicas con trastornos de aprendizaje, comparado con los chicos sanos, tras ajuste por edad y

raza. Los niños con trastornos del desarrollo tienen un riesgo de sufrir sobrepeso que es al menos tan grande como los niños con desarrollo normal, conforme con los datos registrado en grandes grupos de población.

Alta frente a baja frecuencia de entrenamiento en rehabilitación cardíaca utilizando un sistema de entrenamiento

High versus low training frequency in cardiac rehabilitation using a systems model of training
Le Bris S, Ledermann B, Topin N, Messner-Pellenc P, Le Gallais D
Eur J Appl Physiol 26 : 1-8, 2005

No hay estudios que hayan evaluado los efectos a largo plazo de la rehabilitación cardíaca, en relación a los efectos beneficiosos de los programas de ejercicio. Este estudio analizó la influencia de la frecuencia de las sesiones de entrenamiento, sobre los efectos beneficiosos a largo plazo en pacientes con enfermedad coronaria (CDA) en fase 2 de rehabilitación. Cuatro pacientes con CAD completaron 20 sesiones de entrenamiento. Dos pacientes fueron asignados a una frecuencia baja de entrenamiento (LTF) y dos a una alta frecuencia de entrenamiento (HTF): tres y cinco sesiones por semana, respectivamente. El método de entrenamiento requirió la cuantificación del mismo y la valoración de la tolerancia real al ejercicio. Los resultados mostraron que ambos procedimientos aumentaron la tolerancia al ejercicio de manera similar (12-14%). Un modelo con un componente (fitness) permitió la mejora de la tolerancia al ejercicio en todos los pacientes, mientras que la adición de un segundo componente no aumentó la forma física de ningún paciente. Los efectos beneficiosos a largo plazo, determinados por constante de tiempo, fueron dos veces superiores en HTF que en LTF. En conclusión, la tolerancia al ejercicio aumentó de forma similar con HTF y LTF, pero el entrenamiento con mayor frecuencia indujo efectos beneficiosos que se prolongaron durante más tiempo.

Relación de la proteína C reactiva con la resistencia a la insulina y los factores de riesgo cardiovascular en jóvenes

Relation of C-reactive protein to insulin resistance and cardiovascular risk factors in youth
Moran A, Steffen LM, Jacobs DR Jr, Steinberger J, Pankow JS, Hong CP, Tracy RP, Sinaiko AR
Diabetes Care 28: 1763-1768, 2005

En adultos, existe una estrecha correlación entre la proteína C reactiva (CRP) y la resistencia a la insulina. En este estudio se valora la citada relación en los jóvenes. Se analizaron un total de 342 jóvenes sanos de Minneapolis, mediante un pinzamiento euglucémico, para investigar la asociación entre los niveles de CRP, riesgo cardiovascular, y resistencia a la insulina. No se encontraron diferencias entre las cifras medias de CRP entre los chicos ($n = 189$, $CRP 1,10 \pm 0,46$ mg/l) y las chicas ($n = 153$, $CRP 1.16 \pm 0,63$ mg/l; $P = 0.32$). No se observaban diferencias con respecto a las diferentes etapas de Tanner. Las cifras de CRP, ajustada por el índice de masa corporal (IMC), era significativamente mayor en negros respecto de blancos ($P = 0.03$). El CRP se relacionaba directamente con la adiposidad en chicos y chicas. También se relacionaban con los niveles de insulina en ayunas ($r = 0.16$, $P = 0.003$), aun-

que esta asociación no era significativa al hacer el ajuste por el IMC ($r = 0.07$, $P = 0.21$). Igualmente M, la medida del pinzamiento euglucémico, que mide la sensibilidad a la insulina, estaba significativamente relacionada con los niveles de PCR ($r = -0.13$, $P = 0.02$) pero no cuando M se ajustaba para el IMC ($r = -0.10$, $P = 0.09$). Había una correlación inversa significativa entre M y los cuartiles de CRP, que desaparecían cuando se ajustaba para el IMC. No se encontraron correlaciones significativamente niveles de CRP y lípidos, presión arterial, actividad física y masa ventricular izquierda. Como conclusión se estableció que a diferencia de los adultos, los niveles de CRP en chicos de 10 a 16 años, tras el ajuste por el grado de adiposidad, no estaban relacionados significativamente con la resistencia a la insulina o con otros factores implicados en el síndrome metabólico. Esto coincide con el concepto de que la resistencia a la insulina puede precederse de elevación en CRP en la evolución del síndrome metabólico.

El mapa genético humano del rendimiento físico y el fenotipo de la condición física respecto del grado de salud: la actualización de 2004

The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2004 update
Wolfarth B, Bray MS, Hagberg JM, Perusse L, Rauramaa R, Rivera MA, Roth SM, Rankinen T, Bouchard C

Med Sci Sports Exerc 37: 881-903, 2005

En 2000 se comenzaron estos estudios seriados con el objeto de facilitar todos los avances sobre las bases genéticas de una gran familia de rasgos relacionados con el ejercicio en un formato de fácil acceso. La actual revisión presenta la actualización de 2004. Está basada en publicaciones contrastadas por árbitros publicadas hasta finales de 2004. Se establecen las posiciones en el mapa genético de todos los autosomas y cromosoma X de los genes y marcadores con indicios de relacionarse con fenotipo relativo a la condición física en sujetos sedentarios o activos, físicamente, durante la respuesta aguda al ejercicio, o en las adaptaciones al ejercicio. Se revisaron también estudios negativos, pero un gene o locus debe ser apoyado por al menos un estudio positivo antes de incluirse en el mapa. Una nueva característica de la actualización consiste en que hemos incorporado los genes de los que cuya variante de la secuencia se ha relacionado o bien con el nivel de actividad física o bien con indicadores de sedentarismo. A finales de 2000, en la versión anterior de mapa genético, fueron representados 29 loci. A diferencia de aquél, el mapa genético de 2004 del rendimiento físico y el fenotipo de la condición física respecto del grado de salud incluye 140 genes autosómicos y las características cuantitativas de los loci, además de 4 del cromosoma X. Además, hay 16 genes mitocondriales en cuya secuencia se han observado variaciones que influyen en la condición física y en los fenotipos de rendimiento físico. Por tanto, el mapa está creciendo en complejidad y está progresando. El número de laboratorios y científicos implicados en el papel de los genes y sus variaciones secuenciales relacionados con el rasgo del ejercicio está aumentando. Pero la ciencia del ejercicio y la medicina de deporte esta generalmente aislada, con respecto de la utilización de los avances en genética y en tecnología genómica.

Relación entre la actividad física diaria y la actividad ANS en pacientes con CHF

Relationship between daily physical activity and ANS activity in patients with CHF

Garet M, Degache F, Pichot V, Duverney D, Costes F, DA Costa A, Isaaq K, Lacour JR, Barthelémy JC, Roche F

Med Sci Sports Exerc 37: 1257-1263, 2005

Los índices de variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV) se consideran factores pronósticos independientes de riesgo cardiovascular, y de todas las causas de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardiaca crónica (CHF). Este estudio valora la influencia del estilo de vida sobre HRV en pacientes con CHF. Se valoraron 39 pacientes con CHF (33 de ellos con miocardiopatía isquémica/dilatada 18/21; con una edad de $52,4 \pm 11,2$ años; New York Heart Association (NYHA) I a III; LVEF $33,4 \pm 5,1$ %), que rellenaron un cuestionario sobre actividad física, que permitió una adecuada valoración de su actividad física diaria y su consumo energético diario (PAEE/DEE), corregido para la edad, peso, severidad de la enfermedad y grado de autonomía. La frecuencia y los índices de dominio de HDV se calcularon mediante los registros del Holter, de un día corriente de entre semana. Los índices nocturnos se calcularon para medir y evitar el factor de confusión de la actividad física, que podrían alterar el análisis de frecuencia de HRV. DEE era significativamente diferente entre los pacientes con grado de enfermedad tipos (según NYHA) I y II, y las clases I y III ($P=0,01$). El tiempo dedicado a actividades que superasen los 3 METs disminuyen significativamente con la severidad del trastorno. Los índices de HRV de 24, tanto global como parasimpático se correlacionaban con DEE y PAEE ($P_{tot24h} = 78.80 * PAEE (J \times min \times kg) - 1061.80$, $R = 0.72$, $P < 0.0001$). El análisis de regresión múltiple indicó que PAEE era el único factor independiente para establecer índices pronóstico de HRV ($P < 0,05$), y especialmente dentro de las dimensiones de PAEE, sólo las actividades superiores a 3 METs se correlacionaban con los índices pronósticos establecidos de HRV ($P < 0,05$). Como conclusión, se consideró que los resultados indicaban que la actividad física moderada a intensa, más que el total de DEE puede compensar la reducción de HRV con enfermedad crónica cardiaca. Esto puede relacionarse a la gran cantidad de tiempo empleado en actividades de alta intensidad, y no la actividad física total.

Relaciones transversales entre el ejercicio y la edad con la adiposidad en 60.617 corredores varones

Cross-sectional relationships of exercise and age to adiposity in 60,617 male runners

Williams PT, Pate RR

Med Sci Sports Exerc 37:1329-1337, 2005

Se diseñó un estudio transversal para estudiar 60.911 corredores de fondo con objeto de valorar si el ejercicio en varones afecta en el incremento estimado de adiposidad causado por la edad. Se midieron los índices de masa corporal (IMC) (97,6 %) y las circunferencias de la cintura (91,1 %). Se comprobó que, entre 18 y

55 años de edad, el IMC se reducía proporcionalmente a la distancia recorrida semanal en especial en los que tenían entre 25 y 55 años, que en los más jóvenes (slope \pm SE: -0.036 ± 0.001 vs -0.020 ± 0.002 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{km} \cdot \text{sem}^{-1}$). La reducción de la circunferencia de la cintura también tenía más correlación inversa entre los más mayores ($P < 10^{-9}$), de tal modo que la pendiente disminuía progresivamente de -0.035 ± 0.004 cm por $\text{km} \cdot \text{sem}^{-1}$ entre 18 y 25 años, a -0.097 ± 0.003 cm por $\text{km} \cdot \text{sem}^{-1}$ en el grupo de 50 a 55. El incremento del IMC que acompaña a la edad era mayor para varones que corrían por debajo de $16 \text{ km} \cdot \text{sem}^{-1}$. La cintura se incrementa con la edad en todos los grupos de corredores, pero este incremento disminuye proporcionalmente: 0.259 ± 0.015 cm/año si corre $< 8 \text{ km} \cdot \text{sem}^{-1}$ y 0.154 ± 0.003 cm/año si lo hace $> 16 \text{ km} \cdot \text{sem}^{-1}$. En varones de 50-85 años, el IMC se reducía -0.038 ± 0.001 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{km} \cdot \text{sem}^{-1}$, cuando se ajustaba para la edad, y disminuía -0.054 ± 0.003 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{km} \cdot \text{sem}^{-1}$ (aumento de $0.021 \pm 0,007$ cm) por año, cuando se ajustaba para la distancia recorrida. Como conclusión se consideró que la edad y el ejercicio de alta intensidad influyen afectando a la adiposidad propia del envejecimiento, y que el ejercicio relativo ha de incrementarse con la edad para evitar la ganancia de peso.

El aumento de la actividad física reduce la prevalencia de la periodontitis

Increased physical activity reduces prevalence of periodontitis

Al-Zahrani MS, Borawski EA, Bissada NF

J Dent 33:703-710, 2005

La actividad física se muestra como herramienta preventiva de numerosas enfermedades crónicas. En los últimos tiempos también se ha observado que reduce el riesgo de sufrir periodontitis, según un estudio llevado a cabo en personal sanitario masculino. No obstante, esta relación no ha sido investigada entre diferentes grupos. El objeto de este análisis consistía en examinar la existencia de relación entre el ejercicio físico regular y la periodontitis en la tercera edición del "national health and nutrition examination survey (NHANES III)". Se contó con la participación de 2521 sujetos, mayores de 18 años, a quienes le habían hecho exploración odontológica y realizaban ejercicio físico regular, o se habían mantenido sedentarios, durante los últimos 10 años. Se efectuó una regresión multivariante para estimar esa relación. El análisis se ajustó para la edad, género, raza, nivel educativo, hábito de fumar, índice de masa corporal, nivel económico, consumo de vitaminas, índice de higiene alimentaria, tiempo transcurrido desde la última visita dental, sangrado gingival, y cálculos dentales. Los sujetos que practicaban regularmente actividad física tenían una relación inversa significativa con la prevalencia de la enfermedad (OR=0.58, 95% CI, 0.35-0.96). El hábito de fumar modifica esa relación. La relación era fuerte y significativa entre los que nunca fumaron (OR=0.46, 95% CI, 0.23-0.93) y los antiguos fumadores (OR=0.26, 95% CI: 0.09-0.72), pero no entre los fumadores actuales (OR=1.10, 95% CI: 0.48-2.53). Estos resultados sugieren que la práctica de ejercicio, al nivel adecuado, se correlaciona con el menor riesgo de padecer periodontitis, especialmente entre las personas que nunca han fumado.

Seguridad y eficacia de los baños de sauna in pacientes con insuficiencia cardiaca sistólica crónica: un informe preliminar

Safety and efficacy of repeated sauna bathing in patients with chronic systolic heart failure: a preliminary report..

Miyamoto H, Kai H, Nakaura H, Osada K, Mizuta Y, Matsumoto A, Imaizumi T.

J Card Fail 11: 432-436, 2005

Con objeto de valorar la seguridad y eficacia de los baños repetidos, a 60° C, en la sauna, en pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva sistólica crónica (CHF) se analizaron 15 pacientes hospitalizados (clasificación de la New York Heart Association = 2.8 ± 0.4), en situación de estabilidad clínica, con tratamientos convencionales. El baño de sauna se administraba una vez al día, durante 4 semanas. No produjo efectos adversos en ninguno de los enfermos. Los síntomas mejoraron en 13 de los 15, tras 4 semanas. La sauna reducía la presión arterial sistólica sin afectar a la frecuencia cardiaca, lo que suponía una reducción en el doble producto (6811 ± 1323 a 6292 ± 1093). La fracción de eyección del ventrículo izquierdo aumentó significativamente (30 ± 11 a 34 ± 11 %), como se comprobó mediante ecocardiografía. El citado baño mejoraba significativamente la tolerancia al ejercicio, como lo pone de manifiesto la prolongación de la prueba de caminar 6 minutos (388 ± 110 a 448 ± 118 m); el incremento del consumo pico de oxígeno (13.3 ± 1.8 a 16.3 ± 2.1 mL/kg/min); y el umbral anaeróbico (9.4 ± 1.2 a 11.5 ± 1.9 mL/kg/min). El protocolo de baños de 4 semanas reducían significativamente las tasas de adrenalina plasmática (40 ± 42 a 21 ± 23 pg/mL) y noradrenalina (633 ± 285 a 443 ± 292 pg/mL). La sauna también reduce los ingresos hospitalarios por CHF (2.5 ± 1.3 a 0.6 ± 0.8 por año). Los resultados del estudio sugieren que un programa de baños de sauna a 60°C era seguro y eficaz, además de mejorar los síntomas y la tolerancia al ejercicio en enfermos con CHF crónica, pudiendo ser eficaz como terapia complementaria en estos enfermos.

Control continuado de la glucosa en corredores de largas distancias, diabéticos

Continuous glucose monitoring in diabetic long distance runners.

Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Kostner K, Dunky A, Haber P

Int J Sports Med 26: 774-802, 2005

La popularidad de la carrera de maratón crece continuamente, y algunos diabéticos son participantes habituales de estas pruebas por todo el mundo. Este trabajo iba dirigido a investigar la prevalencia y duración de la cinética de la glucemia (hipo e hiperglucemias) durante una carrera de maratón en pacientes con diabetes mellitus bien controlados mediante un sistema de control continuo de la glucemia (CGMS). Cinco pacientes con diabetes tipo 1 y uno con diabetes tipo 2 se valoraron durante la maratón de Viena de 2002 (n= 3) y en la carrera Fernwarme (n = 3), de 42,19 y 15,8 km, respectivamente con el CGMS Mini Med. Los 6 enfermos acabaron ambas pruebas. El aparato fue bien tolerado en todos los pacientes durante una duración media de 34 + 4 horas, sin limitar la actividad de los participantes. El tiempo medio logrado era de 257 + 8 min para la maratón (247 - 274 min) y 134 ± 118 (113 - 150 min) para la otra

prueba. Se llevaron a cabo 1470 determinaciones de glucemia (una media de 245 por paciente). Durante y después de la maratón se demostraron frecuentes episodios de hiper e hipoglucemia con y sin síntomas clínicos. Nuestros datos confirman que el CGMS puede ayudar a identificar hipo e hiperglucemias asintomáticas durante y después de carreras de larga distancia. El aparato puede también ser eficaz para mejorar nuestra comprensión sobre los cambios individuales en los niveles de glucosa durante y después de una maratón y poder prevenir los periodos de hipo e hiperglucemia en futuras carreras.

Opciones para la determinación de la potencia crítica de ejercicio en enfermos con EPOC

Alternative strategies for exercise critical power estimation in patients with COPD.

Malaguti C, Nery LE, Corso SD, De Fuccio MB, Lerario MC, Cendon S, Neder JA

Eur J Appl Physiol 96: 59-65, 2006

Se considera potencia crítica de ejercicio (CP) a la mayor carga de ejercicio (WR) sostenible en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Los parámetros que se emplean dependen de 4 ejercicios de alta intensidad, ejecutados en diferentes días, hasta el límite de tolerancia (T lim). Con objeto de establecer un protocolo más moderado que pudiese ser más asequible para estos enfermos discapacitados, se compararon los valores de CP procedentes de las pruebas 4, 3, y 2 en 8 varones con EPOC moderada. Además se calculó CP a partir de 2 pruebas del mismo día realizada en orden inverso (CP2AB y CP2BA). Se aceptaba un error de 5 W. SE encontraba que las diferencias entre CP4-CP3 y CP4-CP-2 se encontraban en Iso citados 5 W en 8 y 6 pacientes, respectivamente (95 % intervalo confianza = -1,3 a 3,5 W y -11,5 a 6,5 W). Había una declinación sistemática en T lim cuando la sesion de entrenamiento se realizaba tras una prueba anterior, en el mismo día ($P < 0,05$). Por tanto, se observaron diferencias significativas entre CP4 y cualquiera de las otras estimaciones obtenidas en un día de prueba única. Como conclusión, se considera que las determinaciones aceptables clínicamente pueden basarse en 3, o en la mayor parte de las circunstancias 2 pruebas de carga constante en pacientes con EPOC, y que éstas no deben hacerse en el mismo día.

Diferencias en los lípidos sanguíneos y las apolipoproteínas entre deportistas veteranos, aficionados y sedentarios

Differences in blood lipids and apolipoproteins between master athletes, recreational athletes and sedentary men.

Buyukyazi G

J Sports Med Phys Fitness 45: 112-120, 2005

Este estudio relaciona el papel de entrenamiento intenso y moderado sobre la reducción del riesgo de sufrir enfermedad coronaria (CHD). El objetivo se centraba en clarificar la relación entre en entrenamiento a largo plazo con las intenciones recreativas o competitivas y los lípidos y lipoproteínas sanguíneos en deportistas veteranos de mediana edad, deportistas aficionados y controles sedentarios. Se investigó la rela-

ción entre el ejercicio y la concentración sérica de lípidos, lipo proteínas y apolipoproteínas en la edad media. Se estudiaron 12 veteranos (MA), 12 varones aficionados (RA) (> 10 años) y 12 sedentarios (CG). La determinación de lípidos y lipoproteínas se hicieron con metodología enzimática; ApoA1, ApoB y Lp(a) se midieron por inmunoprecipitación. Las cifras de TC, LDL-C, ApoA1, Lp(a) y LDL-C/HDL-C ratio de los tres grupos no mostraron diferencias significativas. MA y RA tenían mayores niveles de VO(2max), HDL-C, ApoA1/ApoB ratio; y menores de porcentaje de grasa, HR en reposo, PAS y PAD, TG, ApoB y TC/HDL-C ratio que CG. Entre MA y RA sólo había diferencias en IMC y TC/HDL-C. Como conclusión se extrae que el ejercicio físico regular favorece la modificación del perfil lipídico y de lipoproteínas. Aunque no había diferencias significativas salvo en IMC y TC/HDL-C entre MA y RA parece que habría una cierta tendencia de reducción del riesgo CHD en MA.

Cambios en lípidos y lipoproteínas en mujeres premenstruales tras entrenamiento de "step"

Lipid and lipoprotein changes in premenstrual women following step aerobic dance training.

Mosher PE, Ferguson MA, Arnold RO.

Int J Sports Med 26: 669-674, 2005

El entrenamiento físico puede mejorar las concentraciones de lípidos y lipoproteínas en sangre, y reducir el riesgo para sufrir enfermedades cardiovasculares. Hay escasa información sobre el baile aeróbico y estas modificaciones, en mujeres. Este estudio tenía como objetivo comparar los efectos de dos métodos diferentes de "step" sobre la condición física cardiorrespiratoria, la composición corporal, y la concentración de lipoproteínas en mujeres universitarias. Los sujetos eran clasificados en tres grupos: un grupo de entrenamiento continuo ordinario (CS); otro de interválico (IS); y un tercero control, sin ejercicio (C). CS e IS participaron en sesiones de 50 minutos durante 12 semanas. La sesión CS consistía en calentamiento, 30 - 35 minutos de ejercicios continuos de "step", 10 - 15 minutos de calistenia, y 5 minutos de enfriamiento. Las sesiones de IS constaban de 5 - 7 minutos de calentamiento, 35 - 40 minutos de intervalos alternantes de "step" y ejercicios de "aerobic" sin "step", 5 - 7 minutos de enfriamiento. La frecuencia cardiaca objetivo se mantenía entre el 70 - 85 % de la frecuencia cardiaca máxima. Los resultados ofrecieron incrementos en HDL-C en el grupo IS ($p < 0,05$). Había reducciones en el porcentaje graso en ambos grupos ($p < 0,05$) y la condición física cardiorrespiratoria mejoró en ambos grupos ($p < 0,01$). No se observaron cambios en C. Como conclusión se consideró que 12 semanas de IS o CS en mujeres universitarias mejoran la condición física cardiorrespiratoria y la composición corporal. Además, el entrenamiento IS parece tener mayor efecto sobre la concentración de HDL-C que CS.

Influencia de la actividad física recreativa sobre la densidad mineral ósea en hombres de mediana edad

Impact of recreational physical activity on bone mineral density in middle-aged men

Medras M, Slowinska-Lisowska M, Jozkow P.

48 *Aging Male 8: 162-165, 2005*

La actividad física ejerce un conocido papel beneficioso sobre el estado general de salud en jóvenes, adultos y ancianos. El ejercicio (además de los factores genéticos, hormonales, nutricionales y patológicos) influye sobre la densidad mineral ósea (BMD). Desafortunadamente, la relación entre actividad física y BMD es controvertida, en el adulto. El objetivo consistía en determinar la relación entre la actividad física recreativa y BMD en varones de edad media. Se realizaron densitometrías y determinaciones analíticas (testosterona total, testosterona libre, dehidroepiandrosterona sulfato, y estradiol) en un grupo homogéneo de 38 sujetos. De éstos, 22 no realizaban actividad física, y 16 lo hacía de forma recreativa desde hacía 10 años. Ambos grupos no diferían en los patrones hormonales, ni en la densitometría. Por tanto, se considera que el ejercicio físico recreativo no introduce modificaciones significativas en la densidad mineral ósea de los varones de mediana edad.

Ejercicio aeróbico y metabolismo muscular en enfermos con miopatía mitocondrial

Aerobic exercise and muscle metabolism in patients with mitochondrial myopathy.

Trenell MI, Sue CM, Kemp GJ, Sachinwalla T, Thompson CH.

Muscle Nerve 33: 524-531, 2006

La actividad física mejora la función mitocondrial en enfermos con miopatía mitocondrial (MM). Se diseñó el presente estudio con objeto de analizar las anomalías mitocondriales que mejoran con el ejercicio. Se empleó para ello espectroscopia de resonancia magnética P31; e imágenes de resonancia magnética (MRI) en un grupo de pacientes con MM, comparándolos con sujetos normales de semejante edad, género y grado de actividad física. Se valoró también el efecto del ejercicio a lo largo de 12 semanas y la funcionalidad en el grupo de MM. Durante la actividad muscular había trastornos en la respuesta mitocondrial a los cambios de concentración de ADP en el citosol, aumentando la dependencia de la vía anaeróbica, e incrementando una adaptación en la salida de protones en los enfermos con MM. Tras el ejercicio terapéutico la función mitocondrial y la masa muscular mejoraron sin ningún cambio en la salida de protones, además de mejorar la capacidad funcional. Se considera, por tanto, que existen diferencias metabólicas significativas entre pacientes con MM y población control, independientemente de la edad, género, o grado de actividad física. El ejercicio terapéutico puede mejorar la función mitocondrial en enfermos con MM.

Validación de un método de valoración de actividad física para individuos con esquizofrenia

Validation of a physical activity assessment tool for individuals with schizophrenia myopathy.

Faulkner G, Cohn T, Remington G

Schizophr Res 82: 225-231, 2006

El incremento de la actividad física debería de ser uno de las modificaciones del estilo de vida diseñados para prevenir o tratar la obesidad en la esquizofrenia. Actualmente hay un gran interés en desarrollar programas de bajo costo, prácticos y precisos con ejercicio físico para esta población, que permitan medir la prevalencia de la (in)activi-

dad física y la efectividad de las intervenciones sobre este elemento. Se trataba de validar el "Short-Form International Physical Activity Questionnaire" (IPAQ), un método que podría resultar útil tanto para los clínicos como para los investigadores. Se midió la fiabilidad sobre un muestra de 35 pacientes ambulatorios, diagnosticado de esquizofrenia de acuerdo con DSM-IV. La reproductibilidad test-retest se midió dentro de la misma semana y los criterios de validación se contrastaron frente a un acelerómetro RT3. Se emplearon los coeficientes de correlación de Spearman sobre la cantidad total de actividad física (en minutos) recogida en los cuestionarios, y el consumo energético estimado. Se hallaron unos coeficientes de correlación de 0,68 para la reproductibilidad y de 0,37 para la validación, en función del tiempo estimado. Por tanto había una correlación no significativa (0.30; $p > 0.05$) entre los datos de RT3 y el IPAQ. Por tanto, el IPAQ aplicado a enfermos con esquizofrenia ofrece resultados comparables a los aparecidos sobre población general y puede ser considerado una herramienta de control para medir actividad física, aunque no está exenta de limitaciones.

Análisis de gases espirados durante la prueba de esfuerzo previo a la neumectomía

Expired gas analysis during exercise testing pre-pneumonectomy

Nagamatsu Y, Terazaki Y, Muta F, Yamana H, Shirouzu K, Ishitake T

Surg Today 35: 1021-1025, 2005

El análisis de gases espirados ha permitido la estimación de las complicaciones postquirúrgicas en enfermos sometidos a esofagectomía torácica. Este estudio se desarrolló con objeto de analizar si esta prueba previa a la cirugía citada puede contribuir a establecer el nivel de riesgo de complicaciones postoperatorias tras la neumectomía. Se midieron la capacidad vital; porcentaje de capacidad vital; volumen espiratorio forzado en el primer segundo; porcentaje de volumen espiratorio forzado en el primer segundo; consumo máximo de oxígeno por minuto; umbral anaeróbico; presión parcial de oxígeno y dióxido de carbono arteriales en 27 enfermos que fueron sometidos a neumectomía. En el grupo A se encontraban 18 pacientes sin complicaciones cardiopulmonares postoperatorias y en el B había 9 con ellas. Se compararon los resultados entre los grupos. Aparecieron complicaciones postquirúrgicas en 9 enfermos (33,3 %); de los que 3 (11 %) fallecieron. El consumo máximo de oxígeno y el umbral anaeróbico eran significativamente mayores en el grupo A ($p < 0,05$), mientras que la evaluación espirométrica y la gasometría no mostraron diferencias entre los grupos. Por consiguiente el análisis de gases espirados durante la ergometría puede ayudar a identificar los pacientes con alto riesgo de complicaciones cardiopulmonares postquirúrgicas tras la neumectomía.

Efectos sobre la tolerancia al ejercicio, capacidad aeróbica, y calidad de vida de un programa supervisado de entrenamiento cardiovascular en enfermos con lupus eritematoso disseminado

Effects of supervised cardiovascular training program on exercise tolerance, aerobic capacity, and quality of life in patients with systemic lupus erythematosus

Carvalho MR, Sato EI, Tebexreni AS, Heidecher RT, Schenkman S, Neto TL

50 *Arthritis Rheum 53: 838-844, 2005*

Se estudiaron 60 mujeres (18 - 55 años) con lupus eritematoso diseminado (SLE) con objeto de valorar los efectos sobre la tolerancia al ejercicio, la capacidad aeróbica, la depresión, la capacidad funcional y la calidad de vida que podía tener un entrenamiento cardiovascular supervisado. Se empleó el protocolo corto "Short Form 36", la escala analógica visual de valoración del dolor; la escala de fatiga; el "Beck Depression Inventory" y el "Health Assessment Questionnaire" (HAQ). Se les sometió a un protocolo de entrenamiento sobre tapiz rodante de carga incremental con analizador de gases. Se calculó el consumo máximo de oxígeno y el umbral anaeróbico con Vmax 29C (Sensor Medics, Yorba Linda, CA), junto con la determinación de la frecuencia cardíaca mediante ECG. Los enfermos se dividieron en dos grupos: uno de intervención (41 pacientes) que fue entrenado y otro grupo control (de 19 enfermos). Se compararon los resultados antes y después del programa de 12 semanas en los dos grupos. Las sesiones de entrenamiento tenían lugar por la mañana durante 60 minutos, 3 veces a la semana, durante 12 semanas. El análisis estadístico se realizó con el método de Wilcoxon, U de Mann-Whitney, chi cuadrado, y prueba exacta de Fisher. Se consideraba significativo $p < 0,05$. Los dos grupos eran homogéneos y comparable antes de la intervención. El grupo entrenado mostraba una mejoría de la capacidad aeróbica con respecto al umbral anaeróbico (14.67 ± 3.03 vs 17.08 ± 3.35 ml/kg/min, $P < 0.001$). También presentaba diferencia en el consumo de oxígeno máximo (24.31 ± 4.61 vs 21.21 ± 3.88 ml/kg/min, $P = 0.01$) y en el umbral anaeróbico (17.08 ± 3.35 vs 13.66 ± 2.82 ml/kg/min, $P < 0.0001$). Tras el programa de entrenamiento se encontró además una mejora significativa en el cuestionario de Beck (8.37 ± 12.79 vs 2.90 ± 3.00 , $P < 0.001$) y en la puntuación HAQ (0.14 ± 0.21 vs 0.06 ± 0.19 , $P < 0.01$) en el grupo entrenado. Por tanto, este estudio muestra una mejora significativa en la tolerancia al ejercicio, la capacidad aeróbica, calidad de vida y depresión tras un programa de entrenamiento cardiovascular supervisado en los enfermos de SLE.

2

Metabolismo

Efectos de un tratamiento antioxidante combinado sobre el estrés oxidativo después de ejercicio excéntrico

Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise

Goldfarb AH, Bloomer RJ, McKenzie MJ

Med Sci Sports Exerc 37: 234-239, 2005

Este estudio fue diseñado para valorar los efectos de una combinación de terapia antioxidante sobre proteínas plasmáticas (PC), malondialdehído (MDA) y glutatión total (TGSH), oxidado (GSSG) y reducido (GSH) en mujeres entrenadas (no en fuerza) después de ejercicios de fuerza excéntricos. Dieciocho mujeres (19-31 años) fueron distribuidas (doble ciego) aleatoriamente para ingerir un suplemento antioxidante (N=9; 400 IU vitamina E, 1 g vitamina C y 90 µg selenio, cada día ó un placebo de lactosa (N=9), durante 14 días antes y 2 días después de un ejercicio excéntrico de flexión del codo. Se obtuvieron muestras de sangre antes e inmediatamente, 2, 6, 24 y 48 h después del ejercicio, para analizar PC, MDA, TGSH y GSSG. Los resultados mostraron ausencia de efectos de la intervención para ninguna variable estudiada, cambiando todos los marcadores después del ejercicio en ambos grupos. Efectos tiempo dependientes se observaron para PC, MDA y GSSG con valores elevados respecto al pre-ejercicio después de ejercicio excéntrico, mientras que la concentración de GSH disminuyó después del ejercicio excéntrico. La suplementación con antioxidantes tuvo efectos sobre la concentración de PC y MDA, con menores valores comparados con el placebo. El tratamiento con antioxidantes atenuó el aumento de PC (75%) y MDA (100%). En conclusión, los datos sugieren que el ejercicio excéntrico puede aumentar los marcadores sanguíneos de estrés oxidativo en mujeres entrenadas (no de fuerza), y que suplementación con vitaminas E y C, y selenio puede atenuar el aumento de PC y MDA.

¿Están los efectos del entrenamiento sobre el metabolismo de las grasas relacionados con la mejora del rendimiento durante el ejercicio de alta intensidad?

Are the effects of training on fat metabolism involved in the improvement of performance during high-intensity exercise?

Messonnier L, Denis C, Prieur F, Lacour JR

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 21-abr, 2005

El objetivo de esta investigación fue relacionar cambios en las características musculares e indicadores del metabolismo en respuesta al entrenamiento de resistencia aeróbica, sobre los cambios en el tiempo hasta el agotamiento (Tlim) a una carga de trabajo correspondiente al VO₂max. Ocho sujetos sedentarios sanos realizaron un periodo de entrenamiento en un cicloergómetro (2h/día; 6 días/semana; 4 semanas). El entrenamiento provocó un aumento del VO₂pico (+8%), Tlim (de 299±23 s a 486±63 s, antes y después del entrenamiento, respectivamente), actividades de la citrato sintasa (+54%) y de la 3-hidroxiacil-CoA-deshidrogenasa (HAD)(+16%) y de la densidad capilar (+31%). También se observó un descenso de la actividad de la lactato deshidrogenasa (LDH)(-24%) y de la LDH muscular (-28%), así como también de la relación

fosfofructoquinasa/citrato sintasa (-37%). El RER tendió a la baja después del entrenamiento, mientras que la ventilación pulmonar (VE) no se modificó. Para una misma carga de trabajo absoluta, RER y VE fueron menores después del entrenamiento. La mejora del Tlim con el entrenamiento se relacionó con el aumento de la actividad de la HDA. Los resultados sugieren que las adaptaciones inducidas por el entrenamiento en el metabolismo de las grasas quizás influya en el Tlim a una carga de trabajo correspondiente al VO_{2pico} , estimulando el debate sobre el papel del metabolismo de las grasas durante ejercicios breves y de alta intensidad.

Recuperación metabólica en ciclistas profesionales: un estudio con 31P-MRS

Metabolic recovery in professional road cyclists: a 31P-MRS study

Hug F, Bendahan D, Fur YL, Cozzone PJ, Grelot L

Med Sci Sports Exerc 37: 846-852, 2005

El entrenamiento aeróbico de los ciclistas profesionales está relacionado con una muy elevada capacidad aeróbica que no ha sido hasta la fecha relacionada con lo que ocurre en los músculos esqueléticos una vez finalizado un ejercicio determinado. El objetivo de esta investigación fue examinar específicamente la recuperación metabólica después de un test incremental hasta el agotamiento realizado en bicicleta en ciclistas profesionales, en comparación con sujetos moderadamente entrenados, y utilizando P-MRS. Una vez realizada la prueba de esfuerzo hasta el agotamiento, los sujetos se posicionaron bajo el escáner (retraso de 45 s) para la exploración. Se determinó el espectro de P de los músculos de los muslos mediante bloques de tiempo de 2s en reposo, y cada 15min en recuperación. Los resultados mostraron que los profesionales alcanzaron mayores cargas de trabajo (477 ± 28 vs 334 ± 24 W), observando valores de pH similares al finalizar el ejercicio ($6,43\pm 0,16$ -ciclistas- vs $6,34\pm 0,05$ -controles), con mayores concentraciones de PCr. La cinética de recuperación del pH muestra evidencias de adaptaciones metabólicas relacionadas al entrenamiento específico de los profesionales, con una tasa de recuperación del pH a valores basales significativamente más rápida. Por el contrario, no se encontraron diferencias en la cinética de recuperación de la PCr. En reposo, la concentración de PDE fue mayor en ciclistas profesionales, indicando una diferencia en la composición fibrilar (tipos de fibra) de sus músculos. En resumen, los datos demuestran por primera vez que la elevada capacidad aeróbica de los ciclistas profesionales está vinculada a una recuperación del pH más rápida después de realizar un ejercicio específico en bicicleta.

Estrés oxidativo y antioxidantes en atletas de entrenamiento regular

Oxidative stress and antioxidants in athletes undertaking regular exercise training

Watson TA, MacDonald-Wicks LK, Garg ML

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15 : 131-146, 2005

El ejercicio aumenta la producción de especies reactivas de oxígeno hasta el punto de poder exceder a las defensas antioxidantes, causando estrés oxidativo. El consumo en la dieta de antioxidantes, los niveles de actividad física, los distintos antioxidantes y los marcadores de estrés oxidativo fueron examinados en 20 atletas entrenados, y

20 sujetos control sedentarios. Los resultados mostraron que los F2-isoprostanos, la actividad de las enzimas antioxidantes y los niveles de ácido úrico fueron similares en atletas y sedentarios. Los niveles plasmáticos de alfa-tocoferol y beta-carotenos fueron más elevados en atletas. La capacidad antioxidativa total tendió a ser menor en atletas, con diferencias significativas entre los hombres atletas y sedentarios. El consumo en la dieta de antioxidantes fue también similar entre grupos, situándose por encima de lo recomendado por las autoridades Australianas. Los hallazgos del estudio sugieren que los atletas que consumen una dieta rica en antioxidantes tienen elevados niveles plasmáticos de alfa-tocoferol y beta-caroteno, que probablemente estén relacionados con procesos adaptativos de la realización de ejercicio regular.

El contenido de glucógeno y lípidos intramiocelular se reducen después de un ejercicio de fuerza en sujetos sanos no entrenados

Intramyocellular lipid and glycogen content are reduced following resistance exercise in untrained healthy males

Koopman R, Manders RJ, Jonkers RA, Hul GB, Kuipers H, van Loon LJ

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 21: 1-10, 2005

El ejercicio de fuerza ha demostrado que mejora la sensibilidad de la insulina en todo el organismo en sujetos sanos. Si esto se acompaña de un descenso mediado por el ejercicio del contenido de glucógeno muscular y/o del contenido de lípidos, está por demostrar. En este estudio, los autores determinaron los cambios específicos del tipo de fibra muscular en los sustratos intramusculares después de una sesión de ejercicio de fuerza. Después de una noche de ayuno, ocho sujetos no entrenados participaron en una sesión de ejercicio de fuerza de unos 45min de duración. Se tomaron muestras de músculo esquelético por biopsia antes, al finalizar la sesión y después de 30 y 120 min de recuperación. Los sujetos no ingirieron alimento hasta el final del protocolo. Los resultados mostraron un descenso del 27% en el contenido de triacilglicerol intramiocelular (IMTG) en las fibras tipo I, sin cambios en las fibras II. El contenido de glucógeno muscular disminuyó un 23%, 40% y 44% en las fibras musculares tipo I, IIa y IIx, respectivamente. Los cambios específicos del tipo de fibra correlacionaron con la capacidad oxidativa de cada tipo de fibra. Durante la recuperación, el contenido de lípidos de las fibras I retornaron a los niveles previos en 120 min. No se observaron cambios en el glucógeno muscular durante la recuperación. En conclusión, los almacenes de glucógeno y de lípidos intramiocelulares son utilizados durante el ejercicio de fuerza, asociándose este hecho con el aumento de la sensibilidad a la insulina en todo el organismo después de ejercicio de fuerza.

Estrés oxidativo después de tres diferentes intensidades de carrera

Oxidative stress after three different intensities of running

Schneider CD, Barp J, Ribeiro JL, Bello-Klein A, Oliveira AR

Can J Appl Physiol 30: 723-734, 2005

Se evaluó en 8 sujetos entrenados (T) y 9 no entrenados (UT), la peroxidación lipídica (LPO), la capacidad antioxidante total (TRAP), la superóxido dismutasa, la catala-

sa y la glutatión peroxidasa (GPx) en sangre, antes y después de la realización de tres intensidades diferentes de carrera en tapiz rodante, determinada desde el umbral ventilatorio (VT) hasta el VO₂max. Los resultados mostraron un descenso en plasma de LPO y un aumento en TRAP, después del ejercicio de alta intensidad en el grupo T. La actividad de GPx aumentó en el grupo T en comparación con el grupo UT, después del ejercicio de moderada y alta intensidad. La actividad de la superóxido dismutasa aumentó después del ejercicio en baja y moderada intensidad en el grupo UT. No hubo cambios en la actividad de la catalasa. Estos hallazgos indican que el ejercicio realizado en este modelo no aumenta la peroxidación lipídica, probablemente debido a las alteraciones en TRAP y enzimas antioxidantes.

Oxidación de hidratos de carbono exógenos durante el ejercicio de ultrarresistencia

Exogenous carbohydrate oxidation during ultra-endurance exercise

Jeukendrup AE, Moseley L, Mainwaring GI, Samuels S, Perry S, Mann CH.

J Appl Physiol [Epub ahead of print] 1-dic, 2005

Los propósitos de este estudio consistían en: 1) determinar hidratos de carbono exógenos (CHOEXO) oxidados durante 5 horas de ejercicio; 2) comparar CHOEXO tras la ingesta de una solución de glucosa (GLU) o una mezcla de glucosa y fructosa (ratio 2:1, GLU+FRU) durante un ejercicio de ultrarresistencia. 8 deportistas bien entrenados realizaron un ejercicio de 5 horas al 58 % de VO₂max, 3 veces mientras ingerían GLU ó GLU+FRU (ambos a razón de 1,5 g/min de CHO), o agua. Los CHO ingeridos estaban complementados con C13, y 5 sujetos recibieron una infusión endovenosa (6,6 (2)H₂max). Los niveles de CHOEXO tras la ingesta de GLU se nivelaron tras 120 minutos, haciendo pico a $1,24 \pm 0,04$ g/min. La ingesta de GLU+FRU ocasionó un pico significativamente mayor de CHOEXO ($1,4 \pm 0,08$ g/min), un ritmo más rápido de ascenso y un incremento en el porcentaje de de CHOEXO oxidado (65 - 77 %). No obstante, Ra y Rd glucosa siguieron incrementándose durante le ejercicio sin diferencias apreciables. Estos datos apuntan hacia el importante papel de la gluconeogénesis durante las etapas tardías del ejercicio. Tras la ingesta de GLU+FRU se mantuvo la cadencia (rpm); y la percepción de plenitud gástrica era menor con respecto a la que aparecía con la ingesta de GLU. La ingesta de glucosa y fructosa conjuntamente incrementa CHOEXO, con respecto a la glucosa sola, probablemente mediante la oxidación de CHOEXO en el hígado o mediante la transformación a, y oxidación del lactato.

3

Nutrición

Efectos erosivos sobre el esmalte dental de una nueva bebida deportiva durante el ejercicio

Erosive effect of a new sports drinks on dental enamel during exercise

Venables MC, Shaw L, Jeukendrup AE, Roedig-Penman A, Finke M, Newcombe RG, Parry J, Smith AJ

Med Sci Sports Exerc 37: 39-44, 2005

El objetivo de esta investigación fue comparar el efecto erosivo de un prototipo de bebida deportiva con hidratos de carbono y electrolitos (PCE), con una bebida control (agua) y una bebida comercial que contenía hidratos de carbono y electrolitos (CCE) durante el ejercicio. Diecinueve adultos tomaron parte en este estudio, con diseño cruzado y ciego. Los sujetos bebieron cada una de las bebidas en orden aleatorio. Se evaluó el esmalte dental de cada voluntario antes de cada fase del estudio, en las que el sujeto realizó 75 min (5 repeticiones de 15 min, con 5 min de descanso entre repeticiones) de ejercicio al día, 5 días/semana, durante 3 semanas. Cada día los sujetos consumieron alícuotas de 200 ml, durante los 5 min antes de iniciar el ejercicio y cada 15 min de ejercicio. Al finalizar tomaron 400 ml en los 10min posteriores a finalizar. En total bebieron 1400 ml al día. Se midió la erosión dental al finalizar el periodo de estudio. Los resultados mostraron que las bebidas agua, PCE y CCE, produjeron 0,138 mm, 0,138 mm y 4,238 mm de pérdida de esmalte, respectivamente. Hubo diferencias estadísticas entre PCE y CCE, no encontrando entre PCE y agua. En conclusión, la solución PCE muestra una mimica erosión sobre el esmalte dental en comparación con la bebida comercial utilizada, siendo indistinguible del agua en el diseño de este estudio. La utilización de bebidas deportivas adecuadamente formuladas puede minimizar la erosión del esmalte dental durante el ejercicio.

Respuesta de la sudoración al entrenamiento en calor en futbolistas profesionales

The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat

Shirreffs SM, Aragon-Vargas LF, Chamorro M, Maughan RJ, Serratos L, Zachwieja JJ

Int J Sports Med 26: 90-95, 2005

La producción y composición de sudor varía entre individuos, y la cuantificación de las pérdidas tiene un importante papel en la individualización de la estrategia de hidratación en el entrenamiento y la competición. Se obtuvieron datos de 26 jugadores de fútbol profesional durante una sesión de entrenamiento de 90min en pre-temporada. El estudio se realizó en la segunda sesión de entrenamiento del día, llevado a cabo entre las 19:30 y las 21:00 h, con una temperatura media de $32\pm 3^{\circ}\text{C}$, $20\pm 5\%$ de humedad y WBGT de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$. El entrenamiento consistió en carrera en intervalo y juegos, en los que la frecuencia cardiaca media se situó en 136 ± 7 lpm y la máxima en 178 ± 7 lpm. Antes y después del entrenamiento los jugadores se pesaron desnudos. Durante la sesión de entrenamiento los jugadores tuvieron libre acceso a bebidas deportivas (Gatorade, ®) y agua mineral (Solán de Cabras, ®). Todas las botellas de bebidas fueron pesadas antes y después del entrenamiento. Ningún jugador orinó en la sesión de entrenamiento. El sudor fue recogido mediante parches del tórax, brazo, espalda y muñeca en un subgrupo de 7 jugadores, analizan-

do la concentración de sodio y potasio del sudor producido. Los resultados mostraron una pérdida de peso de $1,23 \pm 0,5$ kg (rango: 0,5 a 2,55 kg) equivalente a una deshidratación de $1,59 \pm 0,61\%$ del peso previo al entrenamiento. La pérdida del volumen de sudor fue de 2193 ± 365 ml (1672 a 3138 ml), consumiendo solo 972 ± 335 ml (239 a 1724 ml) de bebida de reposición. Así, el $45 \pm 16\%$ del volumen de sudor perdido fue reemplazado, con un rango del 9% al 73%. La concentración de sodio del subgrupo analizado fue de $30,2 \pm 18,8$ mmol/l, con unas pérdidas medias de sodio de 67 ± 37 mmol. La concentración de potasio en el sudor del subgrupo analizado fue de $3,58 \pm 0,56$ mmol/l, con una pérdida media de 8 ± 2 mmol. Las bebidas empleadas por los jugadores reemplazó el $23 \pm 21\%$ de la pérdida de sodio (0% con agua mineral y 62% con Gatorade®). En resumen, los jugadores analizados no bebieron suficiente volumen para reemplazar las pérdidas de sudor, y estos datos deberían servir para individualizar la estrategia de re-hidratación de estos jugadores.

Oxidación de la ingesta combinada de maltodextrina y fructosa durante el ejercicio

Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise

Wallis GA, Rowlands DS, Shaw C, Jentjens RL, Jeukendrup AE

Med Sci Sports Exerc 37: 426-432, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si la ingesta combinada de maltodextrina y fructosa durante 150min de ejercicio en bicicleta podría provocar una oxidación exógena de hidratos de carbono superior a 1,1 g/min. Ocho ciclistas entrenados (VO_2^{\max} : $64,1 \pm 3,1$ ml/kg/min) realizaron tres sesiones de ejercicio en orden aleatorio. Cada sesión consistió en 150min de ejercicio en bicicleta al 55% de la potencia aeróbica máxima ($64,2 \pm 3,5\%$ VO_2^{\max}), mientras los deportistas ingerían una solución para beber que contenía 1,8 g/min de maltodextrina (MD), 1,2 g/min de maltodextrina + 0,6 g/min de fructosa (MD+F) o agua. Para cuantificar la oxidación exógena de hidratos de carbono, se utilizaron MD y F derivados del maíz, que tienen de forma natural abundancia de C. Los resultados mostraron que la oxidación pico de hidratos de carbono (últimos 30min de ejercicio) fue aproximadamente un 40% mayor con la ingesta combinada de MD+F, en comparación con MD sola. Además, la oxidación media de hidratos de carbono exógenos durante los últimos 90min de ejercicio fue más alta al combinar MD+F que con MD sola. En conclusión, el estudio demuestra que la ingesta de grandes cantidades de MD+F durante el ejercicio de ciclismo, la oxidación de hidratos de carbono exógenos puede alcanzar valores pico de 1,5 g/min, una tasa marcadamente superior a la tasa de oxidación alcanzada con la ingesta de maltodextrina sola.

Suplementación con hidratos de carbono y alteraciones en neutrófilos y concentraciones de cortisol plasmático y mioglobina después de un ejercicio intenso

Carbohydrate supplementation and alterations in neutrophils, and plasma cortisol and myoglobin concentration after intense exercise

Peake J, Wilson G, Mackinnon L, Coombes JS

Eur J Appl Physiol 93: 672-678, 2005

Esta investigación examinó los efectos de la suplementación con hidratos de carbono sobre los cambios en el número de neutrófilos, concentración plasmática de cortisol y de mioglobina después de la realización de un ejercicio de alta intensidad. Ocho corredores entrenados corrieron en un tapiz rodante durante 1 h al 85%VO₂max en dos ocasiones. Con un diseño doble ciego cruzado, los sujetos consumieron 750 ml de una bebida con hidratos de carbono al 10% (CHO) o una bebida placebo, en cada ocasión. Se obtuvo una muestra de sangre antes y después del ejercicio, y 1h después de finalizar el mismo. Los resultados mostraron como después del ejercicio el número de neutrófilos (CHO, 49%; placebo 65%, p<0,05), la glucemia (CHO, 43%; p<0,05), el lactato en sangre (CHO, 130%; placebo, 130%, p<0,01), el cortisol (CHO, 100%; placebo, 161%,p<0,01), y la mioglobina (CHO, 194%; placebo, 342%, p<0,01) aumentaron significativamente. Una hora después de finalizar el ejercicio, la concentración de mioglobina plasmática (CHO, 331%; placebo, 482%,p<0,01) y el número de neutrófilos (CHO, 151%; placebo, 230%, p<0,01) se mantuvieron elevados. Los CHO atenuaron significativamente la concentración de mioglobina plasmática y el número de neutrófilos después del ejercicio, pero no afectaron a la concentración de cortisol. Los efectos de los CHO sobre la concentración de mioglobina pueden ser debidos a alteraciones en la síntesis de citoquinas, respuesta de la insulina o tasa de aclaramiento de la mioglobina durante el ejercicio. La respuesta del cortisol plasmático durante el ejercicio con CHO puede depender de la intensidad del ejercicio o de la cantidad de CHO consumido. El cortisol parece jugar un papel menor en la movilización de los neutrófilos después de ejercicio intenso.

La ingesta de alimentos con elevado índice glucémico aumenta los depósitos de glucógeno muscular en reposo pero aumenta su utilización durante el ejercicio realizado a continuación

Ingestion of a high glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise

Wee SL, Williams C, Tsintzas K, Boobis L

J Appl Physiol (pub ahead of print) 14-abr, 2005

El objetivo de esta investigación fue comparar los efectos de un desayuno antes de realizar una sesión de ejercicio, sobre el metabolismo del glucógeno muscular; el desayuno contenía hidratos de carbono (CHO; 2,5 g/kg) de alto y bajo índice glucémico (GI). En dos ocasiones, con 14 días de diferencia, siete sujetos entrenados corrieron al 71% VO₂max durante 30min en un tapiz rodante. Tres horas antes del ejercicio, en orden aleatorio, los sujetos consumieron dos tipos de desayuno isoenergéticos (3,43 MJ por 70 kg de peso; 175 g CHO, 21 g proteínas y 4 g de grasas), uno con elevado GI (HGI) y otro con bajo GI (LGI). El área bajo la curva de 3 h de las respuestas de la insulina y de la glucosa plasmáticas después de HGI fue 3,9 veces mayor y 1,4 veces mayor, respectivamente, que las encontradas después de LGI. Durante el periodo de 3 h post-prandial, la concentración de glucógeno muscular aumentó un 15% después de HGI, pero permaneció sin variación después de LGI. La utilización de glucógeno muscular durante el ejercicio fue mayor en HGI en comparación con LGI. Aunque la comida LGI contribuyó en menor medida a la síntesis de CHO muscular en las tres horas después del desayuno en comparación con HGI, un ahorro en la utilización de

CHO durante el ejercicio después de LGI fue observado, lo que probablemente refleje una mejora en el metabolismo de las grasas.

Hiponatremia entre corredores en la maratón de Boston

Hypnatremia among runners in the Boston Marathon

Almond CS, Shin AY, Fortescue EB, Mannix RC, Wypij D, Binstadt BA, Duncan CN, Olson DP, Salerno AE, Newburger JW, Greenes DS

N Engl J Med 352: 1550-1556, 2005

La hiponatremia se ha mostrado como una causa importante de muerte relacionada con el ejercicio y situaciones que comprometen la vida entre corredores de maratón. Los autores investigaron una población de corredores de maratón para estimar la incidencia de hiponatremia e identificar los principales factores de riesgo. Participaron corredores de la maratón de Boston, 2002, seleccionándolos 1-2 días antes de la carrera. Se realizó en todos ellos una información demográfica e historia del entrenamiento. Después de la carrera se obtuvo una gota de sangre y completaron un cuestionario detallando el consumo de líquidos y la producción de orina durante la carrera. Se valoró el peso corporal antes y después de la carrera. Se realizaron análisis de regresión para identificar factores de riesgo asociados con la hiponatremia. Los resultados mostraron que de los 766 corredores seleccionados, en 488 (64%) se pudo obtener una gota de sangre al finalizar la carrera. Trece por ciento de ellos cursaron con hiponatremia ($[Na] < 135$ mmol/l), y un 0,6% manifestaron hiponatremia crítica ($[Na] < 120$ mmol/l). La hiponatremia se asoció con ganancias de peso, consumo de más de 3 l de líquidos durante la carrera, consumo de líquido cada milla, tiempo de carrera > 4 h, sexo femenino, y bajo índice de peso corporal. En conclusión, la hiponatremia ocurre en un porcentaje importante de corredores aficionados de maratón y puede ser severa. Una considerable ganancia de peso mientras se corre, un tiempo excesivo de carrera y un bajo BMI se asocian con hiponatremia, mientras que el sexo femenino, la composición del líquido ingerido y el uso de antiinflamatorios no esteroideos no se relacionaron.

¿Deberían tener las bebidas deportivas menos de un 8% de hidratos de carbono durante ejercicio en calor?

Should carbohydrate concentration of a sports drink be less than 8% during exercise in the heat?

Millard-Stafford ML, Sparlong PB, Roskopf LB, Snow TK

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15: 117-130, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si las bebidas deportivas con un 6 y 8% de hidratos de carbono (CHO) producen respuestas fisiológicas diferentes sobre el rendimiento de carrera en ambiente caluroso. Diez hombres corrieron 32 km mientras bebían: placebo (P), 6% CHO-electrolitos (CE6) y 8% CHO-electrolitos (CE8). A los 15 km bebieron 250 ml marcado con óxido de deuterio (D2O). La glucemia y el RER fueron significativamente más altos para CE6 que para CE8 en comparación con P. La temperatura rectal (Tre) a los 32 km fue más elevada en CE8, comparada con P,

y similar a CE6. La acumulación de D2O no fue diferente entre bebidas. El rendimiento en carrera fue un 8% más rápido con CE8, en comparación con P, y similar a CE6. Los resultados confirman las recomendaciones del ACSM, de manera que una concentración de HCO del 8% parece aceptable durante el ejercicio en calor, atenuando el descenso del rendimiento.

Variabilidad en la capacidad de ejercicio y en la respuesta metabólica durante ejercicio de resistencia aeróbica después de dieta baja en hidratos de carbono

Variability in exercise capacity and metabolic response during endurance exercise after a low carbohydrate diet

Claussen A, Lambert EV, Bosch AN, Rodger M, Gibson AS, Noakes TD

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15 : 97-116, 2005

El impacto de las alteraciones de la concentración de la glucemia sobre el metabolismo durante el ejercicio y sobre el rendimiento después de una dieta baja en hidratos de carbono (CHO) fue investigada en este estudio. En orden aleatorio, con intervalo de una semana, 9 sujetos entrenados, recibieron una infusión euglucémica (CI) o de placebo (PI), mientras realizaban 150 min de ejercicio en bicicleta al 70% VO₂max, después de 48 h con dieta baja en CHO. El rango de mejora de la capacidad de resistencia aeróbica con la infusión de glucosa fue elevado (28±26%). El 56% de los sujetos con CI no completaron los 150 min de ejercicio a pesar de mantener la euglucemia, mientras que solo 2 sujetos del grupo PI completaron los 150 min de ejercicio, a pesar de una manifiesta hipoglucemia. La oxidación total de CHO fue similar en ambos grupos. A pesar de una mayor duración de ejercicio en CI, se utilizaron similares cantidades de glucógeno en PI. El mantenimiento de la glucemia en condiciones de depleción de CHO quizás tenga un efecto ergogénico, sin embargo, el efecto es muy variable entre individuos e independiente de los cambios en la oxidación de los CHO.

La adaptación a las grasas seguida por sobrecarga de hidratos de carbono compromete el rendimiento de sprint de alta intensidad

Fat adaptation followed by carbohydrate-loading compromises high-intensity sprint performance

Havemann L, West SJ, Goedecke JH, Macdonald IA, St Clair Gibson A, Noakes TD, Lambert EV

J Appl Physiol (epub ahead of print) 1-sep, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de una dieta rica en grasas (HFD) seguida de 1 día de sobrecarga de hidratos de carbono (CHO) sobre la utilización de sustratos, variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), percepción del esfuerzo (RPE), reclutamiento de fibras musculares (EMG) y rendimiento durante una contrarreloj de ciclismo de 100 km. Se utilizó un diseño aleatorio cruzado ciego, con 8 ciclistas completando dos protocolos, ingiriendo una dieta rica en hidratos de carbono (HCD) (68% CHO) o una dieta rica en grasas isoenergética (HFD) (68% Grasas) durante 6 días, seguidos de 1 día de sobrecarga con CHO (8-10 gr CHO/kg). Los sujetos completaron una contrarreloj en bicicleta de 100 km (día 1) y una hora al 70% VO₂pico los días 3, 5 y 7, durante los que se evaluó la

HRV de reposo, y la RER en reposo y ejercicio. En el día 8, los sujetos realizaron la contrarreloj de 100 km, recogiendo muestras de sangre y trazado EMG. Los resultados mostraron que la ingesta de HFD redujo el RER en reposo y durante el ejercicio, así como el aumento de FFA en plasma, indicando aumento en la utilización de las grasas. El rendimiento en los 100 km no fue diferente entre dietas, sin embargo la potencia desarrollada en un sprint de 1 km después de HFD-CHO fue menor en comparación con HCD-CHO. A pesar de la reducción de la potencia con HFD-CHO, la RPE, frecuencia cardiaca y EMG no fueron distintos entre protocolos. En conclusión, la estrategia diaria HFD-CHO aumenta la oxidación de las grasas, pero compromete la potencia desarrollada al sprint, posiblemente por aumento de la activación simpática o alteración de la función contráctil.

Bebidas deportivas y erosión dental

Sports drinks and dental erosion

Coombes JS

Am J Dent 18: 101 – 104, 2005

Con objeto de reflexionar sobre la composición y el empleo adecuado de las bebidas deportivas, se llevó a cabo un estudio sobre la erosión dental que pueden provocar estas sustancias, mediante una amplia revisión bibliográfica. Para la mayor parte de los deportistas y los sujetos que practican actividad física de manera regular, el empleo de bebidas deportivas no aporta ningún elemento adicional al que aporta el agua. Es más, aunque hay indicios basados en el laboratorio que apuntan hacia que las bebidas ácidas como el vino, zumos de frutas y refrescos carbónicos pueden producir erosión, tan solo un trabajo ha analizado la relación entre las bebidas deportivas y la erosión dental. Otros factores, como el hábito de beber y la producción de saliva pueden ser unos factores más importantes que aquéllas para la erosión dental.

Consumo y gasto energético en ciclistas de elite durante la pre-temporada

Energy intake and energy expenditure of elite cyclists during preseason training

Vogt S, Heinrich L, Schumacher YO, Grosshauser M, Blum A, Konig A, Berg A, Schmid A

Int J Sports Med 26: 701-706, 2005

En los últimos años, ha crecido el interés de la nutrición deportiva. El objetivo de esta investigación fue cuantificar el estado nutricional de 11 ciclistas profesionales durante la pre-temporada. Los atletas entrenaban 5 días/semana (160 km/día) y un día de reposo activo (33 km). Los alimentos de los ciclistas, seleccionados por ellos mismos, fueron pesados y anotados durante 6 días, analizando los mismos mediante sistemas informáticos. El consumo diario de energía fue de 13,5 MJ (59% CHO, 19% proteínas, 21% grasas), y fue comparado con el gasto medio de energía (19,1 MJ), calculado de la tasa metabólica basal y del gasto durante el entrenamiento (medido indirectamente por sistema SRM). El gasto energético diario fue un 30% mayor que el consumo. El análisis de los alimentos ingeridos, demostró que estos corredores experimentados realizaran una dieta cualitativamente correcta para el deporte de competición (alto contenido en hidratos de carbono y bajo en grasas).

Efectos de una bebida con antioxidantes sobre la sobrecarga oxidativa inducida por el ejercicio: resultados de un estudio doble ciego, controlado con placebo en ciclistas

The effects of an antioxidant-supplemented beverage on exercise-induced oxidative stress: results from a placebo-controlled double-blind study in cyclists.

Morillas-Ruiz J, Zafrilla P, Almar M, Cuevas MJ, Lopez FJ, Abellan P, Villegas JA, Gonzalez-Gallego J

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print-agos 31:1-7), 2005

El objetivo del estudio consistió en probar los efectos de una bebida con antioxidantes sobre la sobrecarga oxidativa inducida por el ejercicio, en ciclistas entrenados. Se les administró, de manera aleatoria, antioxidante o placebo a 13 + 13 ciclistas, 15 minutos antes de la prueba ($30 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$), y durante los 90 minutos de duración de una prueba de carga estable, a razón de la misma cantidad cada 15 minutos, en una ergometría en bicicleta al 70 % de VO_2max . El suplemento consistía en una bebida de concentrado de uvas negras (81 g/l), frambuesa (93 g/l), y grosella (39 g/l), y con una capacidad antioxidante, medida con la técnica ABTS (+) de 0,41 mM Trolox. No se observaba diferencia significativa entre los niveles basales y los posteriores al ejercicio en TBARS plasmática ni el el grupo del placebo ni el que se le administró la bebida antioxidante. Los carbonilos postejercicio se redujeron un 29 % en el grupo que recibió los antioxidantes, y el patrón de modificación era significativamente diferente entre uno y otro. La excreción urinaria de 8-OHdG aumentaba significativamente un 21 % en el grupo del placebo. También había diferencias el los cambios pre post. Estos resultados sugieren que en ciclistas entrenados, moderadamente, la suplementación con antioxidantes compensa el efecto del estrés oxidativo ocasionado por una ejercicio de 90 minutos de duración al 70 % de VO_2max .

La respuesta metabólica a la alimentación rica en hidratos de carbono con diferentes índices glucémicos durante la recuperación de ejercicios intensos prolongados

The metabolic responses to high carbohydrate meals with different glycemic indices consumed during recovery from prolonged strenuous exercise.

Stevenson E, Williams C, Biscoe H.

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15: 291-307, 2005

En el presente estudio se analiza la respuesta a las dietas de alto índice glucémico (HGI) y bajo (LGI) consumida tras la recuperación de un ejercicio prolongado. Se eligieron 8 sujetos entrenados varones. Tras el ayuno nocturno, los deportistas realizaron una carrera de 90 minutos de duración al 70 % de VO_2max , en dos series. El alimento se les ofreció 30 minutos y 2 horas tras el ejercicio. La respuesta de la glucosa plasmática era mayor en la serie en la que se usaban HGI ($p < 0,05$). Tras el desayuno no había diferencias en la insulina sérica; sin embargo tras el almuerzo las concentraciones eran mayores en HGI ($P < 0,05$). Esto sugiere que el índice glucémico de los hidratos de carbono consumidos inmediatamente después del ejercicio podría no ser tan importante como el hecho de consumir una cantidad suficiente de estos

nutrientes. Las altas concentraciones de insulina tras el consumo de una comida con HGI más tarde, durante el periodo de recuperación podrían facilitar la resíntesis de glucógeno muscular.

Vaciado gástrico y absorción intestinal de una bebida deportiva baja en hidratos de carbono durante el ejercicio

Gastric emptying and intestinal absorption of a low-carbohydrate sport drink during exercise

Rogers J, Summers RW, Lambert GP

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15: 220-235, 2005

El propósito de este estudio consistió en determinar si la reducción de la concentración de hidratos de carbono (CHO) en una bebida deportiva influye en el vaciado gástrico, absorción intestinal o rendimiento en cicloergómetro (85 min, 80 % de VO₂pico). Se valoraron 5 sujetos (25 ± 1 años de edad y 61,5 ± 2,1 mL/kg/min de Vo₂pico, que tomaron bebidas de CHO al 3 %, 6% y placebo (WP), durante el ejercicio. El vaciado gástrico se medía mediante doble muestreo y la absorción intestinal mediante perfusión segmentaria. La absorción total de solutos y la glucemia era mayor para CHO al 6 %; aunque ni el vaciado gástrico, ni la absorción intestinal de agua se modificaron, ni el rendimiento varió (7:58 ± 0:33 min, 8:13 ± 0:25 min, y 8:25 ± 0:29 min, respectivamente, para 6% CHO, 3% CHO, y WP). Los resultados indican que la reducción de la concentración de CHO de una bebida deportiva de 6 % de CHO no modifica el vaciado gástrico, la absorción intestinal, o el tiempo de duración de un ejercicio dado, pero reduce la absorción de CHO y la de solutos totales.

Alteración de los niveles de vitamina B12 en deportistas aficionados de resistencia

Altered vitamin B₁₂ status in recreational endurance athletes

Herrmann M, Obeid R, Scharhag J, Kindermann W, Herrmann W

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15:433-441, 2005

Este estudio tenía como objetivo comparar los niveles de vitamina B12 y folato en deportistas aficionados de resistencia y controles sedentarios, mediante biomarcadores actuales. Se eligieron 72 deportistas (38 ± 7 años) y 46 sedentarios (38 ± 9 años), determinándoseles niveles séricos de vitamina B2, ácido metilmalónico (MMA), holo-transcobalamina II (holoTC), folato, y homocisteína (Hcy). Los niveles de folato y de vitamina 12 eran comparables, pero los deportistas tenían una mayor mediana (percentil 25 – 75) de MMA [242 (196 a 324) versus 175 (141 a 266) nmol/L] y concentraciones de holoTC [67 (52 a 93) versus 55 (45 a 70) pmol/L] que los controles. Hcy era ligeramente menor en los deportistas [9.2 (7.2 a 12.6) versus 10.8 (8.9 a 12.9) nmol/L]. En los controles se encontraron las siguientes correlaciones: vitamina B12 y MMA (r = -0.38), vitamina B12 y holoTC (r = 0.51), MMA y holoTC (r = -0.36). Como conclusión se considera que en los deportistas no existe correlación entre los niveles de vitamina B12 y holoTC, lo que sugiere alteración en el metabolismo de la vitamina B12 en los deportistas aficionados, que necesita de futuras investigaciones.

Comparación entre dos métodos de estimar la actividad física en mujeres obesas: acelerómetro y cuestionario

Comparison between two methods to estimate physical activity in obese women: accelerometry and self-administered questionnaire

Lopez-Fontana CM, Martinez-Gonzalez MA, Sánchez-Villegas A, Martínez JA

Arch Latinoam Nutr 55: 257-266, 2005

El objetivo de esta investigación fue describir una población obesa femenina de acuerdo con su consumo de alimentos y la actividad física desarrollada, y comparar dos metodologías para estimar la actividad física (PA). El estudio incluyó una encuesta nutricional donde se realizó una detallada historia alimentaria, y una valoración de la composición corporal y de la tasa metabólica basal (BMR). Se valoró también la PA por medio de acelerómetro y de cuestionario. El grupo de voluntarias mostró un BMI de 37,15 kg/m² y un % de grasa corporal de 43,34%. La media de BMR fue de 1720 kcal/día. El consumo calórico total fue de 3344 kcal/día (43,1% hidratos de carbono; 16,4% proteínas; 40,3% grasas). El peso corporal y el BMI mostraron correlación positiva con la frecuencia cardíaca. La estimación de la PA por cuestionario mostró una correlación positiva con la medida mediante acelerómetro. La estimación de la PA mediante cuestionario se correlacionó con los resultados obtenidos mediante acelerómetros, lo que confirma la validez del cuestionario para valorar la actividad física realizada en población obesa.

4

Función Muscular

Efectos del entrenamiento concéntrico vs excéntrico sobre la fuerza de los músculos del muslo y el EMG

Effects of eccentric versus concentric training on thigh muscle strength and EMG

Seger JY, Thorstensson A

Int J Sports Med 26: 45-52, 2005

El objetivo de esta investigación fue comparar los efectos del entrenamiento de fuerza excéntrico y concéntrico sobre parámetros relacionados con la función neuromuscular, como el descenso de la inhibición durante acciones excéntricas máximas voluntarias. Dos grupos de sujetos jóvenes realizaron 10 semanas de entrenamiento isocinético unilateral excéntrico o concéntrico de extensión de rodilla a 90°/s. Las sesiones se realizaron 3 días/semana, desarrollando 4 series de 10 repeticiones máximas. Se valoraron el momento (*torque*) extensor de rodilla y el EMG de superficie del cuádriceps y de los flexores del muslo. Los datos fueron analizados entre 30 y 70° de la articulación de la rodilla, durante máximas acciones concéntricas y excéntricas de extensión de rodilla a 30°, 90° y 270°/s. Las modificaciones en las adaptaciones de la fuerza revelaron más signos de especificidad relacionados a la velocidad y tipo de contracción después de entrenamiento excéntrico que concéntrico. Los resultados no mostraron efectos significativos del entrenamiento (excéntrico vs concéntrico) en el EMG de los agonistas ó en la activación relativa de los antagonistas (parte posterior del muslo). Así, en la pierna entrenada, el tipo de acción muscular y los cambios específicos de la velocidad en la fuerza excéntrica voluntaria máxima podría no estar relacionada con efectos sobre los mecanismos neurales, como el aumento de activación muscular durante acciones excéntricas. Por otra parte, con ambos tipos de entrenamiento hubo efectos cruzados específicos, esto es, el tipo de acción y la velocidad específica que aumenta la fuerza en la pierna entrenada, también lo hace en la pierna contralateral no entrenada.

Efectos del entrenamiento de potencia sobre la estructura muscular y el rendimiento neuromuscular

Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance

Kyrolainen H, Avela J, McBride JM, Koskinen S, Andersen JL, Sipila S, Takala TE, Komi PV

Scand J Med Sci Sports 15: 58-64, 2005

Esta investigación examinó los cambios en la estructura muscular y el rendimiento neuromuscular inducido por 15 semanas de entrenamiento de potencia con acciones musculares explosivas. Veintitrés sujetos, incluidos 10 controles, participaron en el estudio. Se obtuvieron biopsias musculares del músculo gastrocnemio antes y después del periodo de entrenamiento, y se valoraron contracciones musculares isométricas máximas (MVC) y test de salto cada 5 semanas. Los resultados mostraron que no se detectaron mejoras significativas en MVC en extensión de rodilla (KE), ni en músculos flexores plantares, con el entrenamiento. Sin embargo, la máxima tasa de fuerza desarrollada (RFD) de KE aumentó de 18836±4282 a 25443±8897 N, durante las primeras 10 semanas de entrenamiento. Además, la altura del salto vertical en el test de salto aumentó significativamente. Simultáneamente, la producción de la fuerza

explosiva de los músculos de la rodilla medida como momento y potencia de rodilla aumentó significativamente; sin embargo, no hubo cambios significativos en la actividad electromiográfica de los músculos de la rodilla. El porcentaje de isoformas de cadena pesada de miosina y de titina, la distribución de los tipos de fibra muscular y las áreas no se modificaron. La mejora del rendimiento en el salto vertical puede ser explicada en parte por algunas modificaciones en la estrategia de control de la articulación y/o aumento de la tasa de fuerza máxima de los extensores de la rodilla.

Adaptaciones neuromusculares al desentrenamiento después de un entrenamiento de fuerza en sujetos previamente desentrenados

Neuromuscular adaptations to detraining following resistance training in previously untrained subjects

Andersen LL, Andersen JL, Magnusson SP, Aagaard P

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 9-feb, 2005

El entrenamiento de fuerza incrementa considerablemente la fuerza máxima y el estímulo neural durante la contracción muscular excéntrica máxima; sin embargo, se conoce menos acerca de los cambios provocados por el desentrenamiento. El objetivo de esta investigación fue examinar los efectos del entrenamiento dinámico de fuerza seguido de un periodo de desentrenamiento sobre los cambios en la fuerza muscular máxima isocinética y excéntrica, así como sobre el área transversal del músculo (CSA) y su actividad EMG. Se evaluaron el momento de fuerza isocinética máxima excéntrica y concéntrica de los extensores de la rodilla en 13 sujetos sedentarios jóvenes ($23,5 \pm 3,2$ años), antes y después de 3 meses de entrenamiento y también transcurridos 3 meses de desentrenamiento. Los resultados mostraron como después del periodo de entrenamiento, el momento de fuerza aumentó en contracciones excéntricas lentas (+50%) y rápidas (+25%), y también en las concéntricas lentas (+19%) y rápidas (+11%). El aumento correspondiente al EMG se observó durante las contracciones excéntricas y las concéntricas lentas. Se observaron correlaciones significativas entre los cambios inducidos por el entrenamiento en el momento de la fuerza y el EMG. La CSA del músculo aumentó un 10% (medida por MRI). Después de 3 meses de desentrenamiento la fuerza máxima y el EMG permanecieron elevados durante las contracciones excéntricas, pero no en las concéntricas. En conclusión, los hallazgos sugieren que el entrenamiento de fuerza induce ganancias de fuerza máxima y adaptaciones neurales a largo plazo durante las contracciones musculares excéntricas en sujetos varones previamente desentrenados.

Determinación de fatiga muscular en corredores de elite

Determination of muscular fatigue in elite runners

Hanon C, Thepaut-Mathieu C, Vandewalle H

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 5-feb, 2005

Esta investigación analizó los cambios en la actividad electromiográfica (EMG) de seis grupos musculares de las piernas durante un test incremental en tapiz rodante. Esos músculos, glúteo mayor (GM), bíceps femoral (BF), vasto lateral (VL), recto

femoral (RF), tibial anterior (TA) y gastrocnemio (Ga) tienen distintas funciones durante la carrera. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una metodología adaptada al análisis del iEMG durante la carrera, y valorar la cronología del inicio de la fatiga en los principales grupos musculares involucrados en la carrera. Nueve sujetos bien entrenados ($VO_2\text{max}$: $76 \pm 2,9$ ml/kg/min) realizaron un protocolo de carrera que consistió en escalones de 4 min, aumentando la velocidad hasta llegar al agotamiento. Se recogió la señal del EMG, analizando la señal a los 45s y 3min40s de cada escalón de trabajo. Durante la carrera, la alteración de la frecuencia de zancada con cada aumento de la velocidad o con el inicio de la fatiga, debe considerarse en la valoración de la fatiga muscular. Los resultados mostraron que los músculos biarticulares que movilizan la cadera (RF y BF), que son activados en las dos fases de un ciclo de carrera, son los músculos que muestran los signos más precoces de fatiga.

Cambios en la relación fuerza-velocidad en respuesta al entrenamiento de fuerza y al desentrenamiento

Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining

Andersen LL, Andersen JL, Magnusson SP, Suetta C, Madsen JL, Christensen LR, Aagaard P
J Appl Physiol (epub ahead of print) 24-feb, 2005

Estudios previos han mostrado que el cese del entrenamiento de fuerza (“desentrenamiento”) se asocia con pérdida de fuerza, descenso del estímulo neural y atrofia muscular. El desentrenamiento puede también aumentar la expresión de las isoformas de cadenas pesadas de miosina (MHC) en el músculo. Este estudio examinó el efecto de un periodo de desentrenamiento (entrenamiento de fuerza) sobre las propiedades contráctiles durante contracciones musculares isocinéticas de velocidad baja-media vs. rendimiento de máxima velocidad sin carga de un miembro. Se midió la fuerza máxima de los extensores de la rodilla mediante un dinamómetro isocinético a 30° y $240^\circ/\text{s}$, así como el rendimiento de movimiento a máxima velocidad del miembro mediante un goniómetro durante extensión de rodilla sin carga. Se determinó la sección transversal (CSA) muscular con MRI. Se recogieron señales EMG en el cuádriceps y flexores de la rodilla. La composición fibrilar (isoformas MHC) fue determinada mediante SDS-PAGE. Los resultados mostraron un aumento de la fuerza isocinética del 18% y del 10% a velocidad lenta y moderada, respectivamente, junto con un aumento de CSA y un incremento de EMG en respuesta a 3 meses de entrenamiento de fuerza. Después de 3 meses de desentrenamiento esas mejoras se perdieron, mientras que en contraste la velocidad de extensión de la rodilla sin carga y la potencia aumentaron un 14% y un 44%, respectivamente. Además, se detectó un aumento de las isoformas MHC tipo II y un descenso de las isoformas MHC tipo I. En conclusión, el desentrenamiento posterior al entrenamiento de fuerza aumenta la máxima velocidad y potencia de movimiento sin carga, en sujetos previamente no entrenados. Un cambio fenotípico hacia isoformas MHC más rápidas (I→IIA→IIX) y con propiedades de respuesta eléctrica de la contracción más rápidas en respuesta al desentrenamiento puede

Cambios en el mRNA de cadenas pesadas de miosina y expresión de proteínas en músculo esquelético humano con la edad y el entrenamiento de resistencia

Changes in myosin heavy chain mRNA and protein expression in human skeletal muscle with age and endurance exercise training

Short KR, Vittone JL, Bigelow ML, Proctor DN, Coenen-Schimke JM, Rys P, Nair KS

J Appl Physiol (epub ahead of print) 3-mar, 2005

El envejecimiento se asocia con una reducción de la fuerza muscular y atrofia de fibras musculares tipo II. El tipo de fibra muscular y la función contráctil es determinada primariamente por las isoformas de las cadenas pesadas de miosina (MHC). Existe poca información sobre los efectos del envejecimiento sobre la expresión de las isoformas MHC en seres humanos. En este estudio los autores comprobaron la hipótesis de que la composición de las proteínas de las isoformas MHC y la abundancia de mRNA podría favorecer un desplazamiento de isoformas rápidas a lentas con el envejecimiento y en respuesta al ejercicio de resistencia aeróbica. Se obtuvieron muestras de músculo esquelético por biopsias en sujetos sedentarios (hombres y mujeres de 21-87 años de edad), antes (n=77) y después (n=65) de 16 semanas de entrenamiento en bicicleta (45m al 80% FCpico, 3-4 días/semana). Al comienzo, la mRNA MHC I no cambió con la edad, mientras que IIa y IIx disminuyeron un 14% y un 10% por década. Las proteínas MHC IIa y IIx disminuyeron un 3% y un 1% por década con incrementos recíprocos en MHC I. Después del entrenamiento, mRNA MHC I y IIa aumentaron un 61% y un 99%, respectivamente, mientras que IIx disminuyó un 50%. El aumento de mRNA MHC I se asoció positivamente con la edad, mientras que los cambios en mRNA MHC IIa y IIx fueron similares en cualquier edad. La proteína MHC I aumentó un 6% y se relacionó positivamente con la edad, mientras que las IIx disminuyeron un 5% y se relacionaron inversamente con la edad. Los resultados sugieren que la alteración de la expresión de las isoformas MHC con el envejecimiento está regulado transcripcionalmente. El respuesta al entrenamiento de resistencia aeróbica, la regulación de las isoformas MHC permanece estable en los músculos de más edad, pero esto no es el resultado en los cambios correspondientes en la expresión de las proteínas MHC.

Efectos del entrenamiento con electroestimulación sobre el rendimiento físico de jugadores de hockey sobre hielo

Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players

Brocherie F, Babault N, Cometti G, Maffiuletti N, Chatard JC

Med Sci Sports Exerc 37: 455-460, 2005

El objetivo de esta investigación fue examinar la influencia de un programa de entrenamiento con electroestimulación (EMS) de corta duración sobre la fuerza de los músculos extensores de la rodilla, patinando y altura de salto vertical en un grupo de jugadores de hockey sobre hielo. Diecisiete jugadores participaron en el estudio, distribuyendo aleatoriamente a 8 en el grupo control (C) y a 9 en el grupo de electroestimulación (ES). El EMS consistió en 30 contracciones (4s de duración, 85Hz) lle-

vadas a cabo en 3 sesiones/semana durante 3 semanas. Se determinaron la fuerza isocinética de los músculos extensores de la rodilla en diferentes velocidades angulares excéntricas y concéntricas (-120°/s - 300°/s). La capacidad de salto se evaluó mediante un *squat jump* (SJ), salto con contramovimiento (CMJ), salto con caída (DJ) y 15 saltos consecutivos (15J). Se midieron los tiempos de 10 y 30m de sprint patinando mediante un sistema fotoeléctrico con infrarrojos. Los resultados mostraron como después de 3 semanas de entrenamiento EMS, el momento de fuerza isocinético aumentó significativamente en el grupo ES en excéntrico y en concéntrico, mientras que la altura del salto vertical disminuyó significativamente. El rendimiento de sprint de 10m mejoró significativamente. En conclusión, los resultados demostraron que el programa EMS de los músculos extensores de rodilla aumentó la fuerza isocinética (excéntrica y concéntrica), así como el rendimiento en sprint de 10m en jugadores de hockey sobre hielo.

Resultados del entrenamiento isocinético de alta y baja velocidad de ejecución sobre la mayor hipertrofia de los músculos flexores del codo en hombres jóvenes

Short-term high vs low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men

Shepstone TN, Tang JE, Dallaire SE, Schuenke MD, Staron RS, Phillips SM

Scand J Med Sci Sports 15: 135-136, 2005

El primer objetivo de esta investigación fue valorar el efecto de dos protocolos distintos de entrenamiento de fuerza por medio de contracciones isocinéticas realizadas a elevada velocidad (3,66 rad/s, FAST) o baja velocidad (0,35 rad/s, SLOW), sobre el área transversal de las fibras musculares y músculos (CSA) de los flexores del codo en sujetos varones jóvenes. Doce sujetos (23,8±2,4 años) realizaron un entrenamiento de fuerza isocinética con ambos brazos durante 8 semanas (3 días/semana), durante las cuales entrenaron un brazo a velocidad FAST, mientras que el brazo contralateral fue entrenado con el mismo número de repeticiones a velocidad SLOW. Antes (PRE) y después (POST) del entrenamiento se obtuvo una muestra de tejido del bíceps braquial mediante biopsia muscular, con el fin de analizar el tipo de fibras y CSA. Los resultados mostraron que las fibras tipo I aumentaron su tamaño con ambos protocolos. Tanto las fibras IIa como las IIx aumentaron el CSA en ambos brazos, pero el aumento fue mayor en el brazo entrenado a velocidad FAST. El CSA de los flexores del brazo aumento en FAST y SLOW, con una tendencia a mayor incremento en FAST. El momento de fuerza pico aumentó en mayor grado en FAST, independientemente de la velocidad de exploración. En una segunda parte del estudio, los autores trataron de justificar a la mayor hipertrofia encontrada en la primera parte del estudio examinando un indicador del remodelado de proteínas (línea Z), que hipotetizaron mayor en condiciones de entrenamiento FAST. Nueve hombres (21,7±2,4 años) realizaron una sesión (3 series x 10 repeticiones) de contracciones máximas a las velocidades FAST y SLOW utilizadas en el estudio anterior de entrenamiento. Las biopsias musculares realizadas revelaron que las contracciones FAST provocaron un mayor ensanchamiento de la línea Z. En conclusión, el entrenamiento de fuerza realizado a elevadas velocidades provoca una mayor hipertrofia y ganancia de fuerza que las contracciones

más lentas. La mayor hipertrofia observada puede estar relacionada con una mayor cantidad de remodelado proteico.

La respuesta de la fuerza muscular al entrenamiento está influenciada por el genotipo de la IGF-1 en adultos de edad avanzada

Muscle strength response to strength training is influenced by insulin-like growth factor 1 genotype in older adults

*Kostek MC, Delmonico MJ, Reichel JB, Roth SM, Douglass L, Ferrell RE, Hurley BF
J Appl Physiol 98: 2147-2154, 2005*

El entrenamiento de fuerza (ST) se considera una intervención de elección para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. La literatura sugiere que la IGF-1 tiene un papel importante en la hipertrofia muscular inducida por el entrenamiento y en la mejora de la fuerza. Una repetición en la región promotora del gen IGF-1 se ha asociado con los niveles de IGF-1 en sangre y los fenotipos relacionados con IGF-1 en adultos hombres y mujeres. El objetivo de esta investigación fue examinar la influencia de este polimorfismo sobre la respuesta hipertrófica y de ganancia de fuerza al entrenamiento de fuerza. Se estudiaron 67 hombres y mujeres caucásicos antes y después de 10 semanas de entrenamiento de fuerza (extensión de rodilla con una pierna). Antes del entrenamiento y después de 10 semanas de llevarlo a cabo se valoraron en situación basal el valor 1RM, volumen muscular por tomografía y también la calidad muscular. Se identificaron distintos polimorfismos del gen que codifica la IGF-1. Los sujetos fueron agrupados como homocigotos para los 192 alelos, heterocigotos o no portadores de los 192 alelos. Después de 10 semanas de entrenamiento, el 1-RM, volumen y calidad muscular aumentaron significativamente en todos los grupos; sin embargo, los portadores de los 192 alelos ganaron significativamente más fuerza que los no portadores de los 192 alelos. Hubo también una tendencia no significativa para un mayor volumen muscular en los portadores frente a los no portadores. No reobservaron correlaciones significativas para los otros polimorfismos estudiados. Los datos sugieren que el polimorfismo de la IGF-1 puede influenciar en la respuesta de la fuerza al entrenamiento, necesitando series más largas para verificar los resultados observados.

Efectos del entrenamiento de fuerza concéntrico vs excéntrico a corto plazo sobre la distribución de cadenas pesadas de miosina en fibras musculares aisladas en humanos

Effects of short-term concentric vs eccentric resistance training on single muscle fiber MHC distribution in humans

*Raue U, Terpstra B, Williamson DL, Gallagher PM, Trappe SW
Int J Sports Med 26; 339-343, 2005*

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza excéntrico vs concéntrico sobre la distribución de cadenas pesadas de miosina (MHC) en fibras musculares en humanos. Quince varones sedentarios sanos fueron distribuidos en tres grupos: entrenamiento concéntrico (CTG) (n=6), entrenamiento excéntrico (ETG) (n=6) y control (CTL) (n=3). Los sujetos realizaron 4 series de 8 repeti-

ciones unilaterales comenzando al 80% 1RM concéntrico, 3 días/semana durante 4 semanas. Se realizó valoración funcional (1RM concéntrica) antes y después del entrenamiento. Se obtuvieron muestras de músculo por biopsia antes y después del entrenamiento, con el fin de determinar la distribución de las isoformas MHC. Los resultados mostraron una mejora con el entrenamiento del 1RM del 19% en CTG, no encontrando cambios en ETG ni en CTL. Las fibras MHC-IIx disminuyeron un 7% en CTG, mientras que en ETG se observó un aumento del 11% en las formas híbridas totales (MHC-I/IIa + MHC-IIa/IIx). No se observaron otras diferencias significativas entre grupos. No se observaron cambios significativos de las fibras híbridas en la proporción de isoformas MHC, en ningún grupo. Los resultados sugieren que la distribución de MHC no cambia de forma notoria como resultado de 4 semanas de entrenamiento de fuerza concéntrico vs excéntrico, a pesar del aumento de la fuerza muscular observado en las acciones concéntricas.

La actividad de la enzima convertidora de la angiotensina se correlaciona con la fuerza muscular

Circulating angiotensin converting enzyme activity is correlated with muscle strength
Williams AG, Day SH, Folland JP, Gohlke P, Dhamrait S, Montgomery HE
Med Sci Sports Exerc 37: 944-948, 2005

La variante D del gen de la enzima convertidora de angiotensina I (ACE) está asociada con la concentración y actividad tisular de la ACE. Algunos estudios han sugerido una asociación similar del genotipo con la fuerza muscular o la ganancia de fuerza en respuesta al entrenamiento. Esta investigación estudió la relación entre la actividad de la ACE circulante, la fuerza muscular y la respuesta al entrenamiento. Ochenta y un hombres no entrenados fueron evaluados para comprobar la fuerza muscular de los cuádriceps, y 44 de ellos realizaron un programa de 8 semanas de entrenamiento de fuerza dinámica del grupo muscular del cuádriceps. Se obtuvo una muestra de sangre venosa para valorar la actividad de la ACE circulante, antes y después del programa de entrenamiento. El genotipo ACE también fue determinado. Los resultados mostraron que al inicio, la actividad de la ACE circulante se correlacionó significativamente con la fuerza muscular isométrica e isocinética de los cuádriceps. El genotipo ACE también parecía correlacionarse con la fuerza muscular pre-entrenamiento. Sin embargo, la actividad de la ACE circulante no mostró una asociación significativa con el aumento medio (9-14%) de la fuerza muscular en respuesta al entrenamiento. El genotipo ACE tampoco mostró asociación con los cambios inducidos por el entrenamiento después del programa. En conclusión, los datos apoyan el papel de la ACE en la regulación de la fuerza muscular, pero no confirman un papel en la alteración de las adaptaciones al entrenamiento.

Efectos del entrenamiento de fuerza de velocidad moderada sobre la potencia muscular pico y la velocidad de movimiento: ¿responden las mujeres de manera distinta a los hombres?

Effects of moderate velocity strength training on peak muscle power and movement velocity: do women respond differently than men?
Delmonico MJ, Kostek MC, Doldo NA, Hand BD, Bailey JA, Rabon-Stith KM, Conway JM, Carignan CR, Hurley BF

Esta investigación estudió los efectos de un programa de 10 semanas de duración de entrenamiento de fuerza (ST) de extensión unilateral de rodilla, sobre la velocidad y potencia pico en una determinada carga absoluta y relativa, en 30 hombres mayores de edad (64 ± 7 años) y 32 mujeres (62 ± 6 años). Los resultados mostraron que como resultado del ST, la potencia pico (PP) aumentó significativamente tanto en hombres como en mujeres, en las mismas cargas absolutas y relativas. Los hombres tuvieron un mayor aumento en la PP relativa que las mujeres al 60% y 70% 1RM, teniendo en cuenta la covariante para las diferencias antes de iniciar el programa y la edad. Sin embargo, cuando cada sujeto se evaluó en la misma carga absoluta y cuando la potencia pico se normalizó para el volumen muscular (MV) de los extensores de rodilla entrenados (calidad de potencia muscular absoluta, MPQ), las mujeres aumentaron su MPQ un 9%, mientras que en los hombres no cambió. Tanto hombres como mujeres, aumentaron la velocidad pico absoluta de movimiento (PV), pero disminuyó su PV relativa con ST. Sin embargo, al tener en cuenta los valores iniciales pre-entrenamiento y la edad, las mujeres tuvieron un aumento menor en la mejora de la velocidad relativa que los hombres, pero esta diferencia fue muy pequeña para tener significación fisiológica. Los datos de MPQ absoluta sugieren que el ST indujo aumentos en la potencia muscular, no afectando a la hipertrofia muscular en mujeres, pero sí en hombres, aportando nuevos datos a favor de la hipótesis de que el aumento de la función muscular con ST es el resultado de adaptaciones no musculares en mayor cuantía en mujeres que en hombres.

Comparación entre ejercicios excéntricos realizados con piernas y brazos a la misma intensidad relativa sobre indicadores de daño muscular

Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage

Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, Koutedakis Y, Nosaka K Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 9-jul, 2005

Muchos modelos de ejercicio han demostrado asociaciones entre las acciones musculares excéntricas y el daño muscular. Sin embargo, la magnitud del daño muscular varía entre los modelos. Parece que las respuestas al ejercicio excéntrico son diferentes entre los músculos de las piernas y los brazos, pero esto no ha sido suficientemente clarificado. Este estudio comparó ejercicios excéntricos realizados con piernas y brazos en la misma intensidad relativa sobre los índices de daño muscular. Once sujetos sanos no entrenados ($21,2\pm 1$ años) realizaron un ejercicio excéntrico de carácter submáximo con los músculos extensores de la rodilla (LEGS) y los flexores del codo (ARMS), de forma separada. El protocolo consistió en 6 series de 12 repeticiones a una intensidad correspondiente al 75% del momento pico excéntrico máximo (EPS) de cada músculo. Antes de la sesión de trabajo y 24, 48, 72 y 96 h después de finalizar se valoraron rango de movimiento (ROM), dolor muscular tardío (DOMS), creatina quinasa sérica (CK) y lactato deshidrogenada (LDH), concentración de mioglobina (Mb) y fuerza muscular (EPT y fuerza isométrica pico (IPT). Los resultados mostraron cambios en DOMS y ROM a las 96 h después de ambas sesiones de ejercicio excéntrico, siendo la magnitud de los cambios similar entre piernas y brazos. El aumento de CK y Mb fue mayor después del ejercicio con brazos que con piernas, a

las 72 y 96 h después del ejercicio. EPT y IPT disminuyeron a las 96 h después del ejercicio en brazos, siendo recuperada la fuerza a las 96 h en las piernas. El descenso de la fuerza muscular fue mayor después del ejercicio con brazos. Los datos sugieren que la magnitud del daño muscular es mayor y la recuperación de la función muscular más lenta después de ejercicios excéntricos, en los músculos extensores del codo, frente a los extensores de la rodilla.

El genotipo ACE puede tener efectos sobre las preferencias de realización de múltiples series en el entrenamiento de fuerza

ACE genotype may have an effect on single versus multiple set preferences in strength training
Colakoglu M, Cam FS, Kayitken B, Cetinoz F, Colakoglu S, Turkmen M, Sayin M
Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 8-jul, 2005

Una variante polimórfica del gen de la enzima convertidora de la angiotensina humana (ACE) fue identificado como variante "D", habiéndose asociado con las mejoras en la fuerza en relación al entrenamiento físico. Los autores determinaron si la respuesta a distintos patrones de entrenamiento de fuerza pudiera también ser diferente. Noventa y nueve hombres caucásicos no entrenados fueron distribuidos aleatoriamente en uno de estos tres grupos: control (n=31, CG), serie única (n= 35, SST) y múltiples series (n=33, MST). SST y MST entrenaron 3 veces por semana durante 6 semanas. Ambos grupos realizaron un programa de entrenamiento de fuerza con 2 mesociclos (12-15 RM y 8-12 RM). Antes y después del primero y segundo mesociclo se valoró 1RM en *squat* y *bench press*. Se analizaron los polimorfismos del ACE. Los resultados mostraron que los sujetos con genotipo ACE II en el grupo MST aumentaron más la fuerza muscular en 12-15 RM, mientras que SST y MST tuvieron ganancias similares en 8-12 RM. Los sujetos con el genotipo ACE D, tuvieron beneficios similares, tanto en 8-12 RM como en 12-15 RM, en ambos grupos. Las mejoras en la fuerza en los sujetos con ACE ID en SST fueron similares que en MST en respuesta a cargas 8-12 RM, pero no con 12-15 RM. Además, los sujetos con genotipo DD tuvieron ganancias de fuerza superiores en ambos grupos de entrenamiento. La valoración y adecuación de los programas de fuerza (multiseries o series únicas) de acuerdo con el genotipo ACE del atleta puede ser ventajoso.

El entrenamiento de fuerza unilateral aumenta la fuerza contralateral

Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength
Munn J, Herbert RD, Hanconk MJ, Gandevia SC
J Appl Physiol (epub ahead of print) 14-jul, 2005

La evidencia de que el entrenamiento de fuerza unilateral aumenta la fuerza contralateral es inconsistente, posiblemente debido a las limitaciones en el diseño de los estudios realizados hasta ahora, como falta de grupo control, falta de aleatoriedad e insuficiente potencia estadística. En este estudio se trató de determinar si el entrenamiento de fuerza unilateral aumenta la fuerza contralateral. Ciento quince sujetos fueron asignados aleatoriamente a un grupo control o a uno de los cuatro grupos de entrenamiento constituidos, que realizaron contracciones de flexión de codo supervisadas: una

serie de alta velocidad, una serie de baja velocidad, tres series de alta velocidad o tres series de baja velocidad. El entrenamiento se llevó a cabo tres días en semana durante 6 semanas, con cargas de 6-8 RM. Los sujetos control acudieron a las sesiones pero no realizaron ejercicio. La fuerza de flexión del codo se evaluó mediante 1RM antes y después del entrenamiento. Los resultados mostraron que el entrenamiento con una serie de baja velocidad no aumentó la fuerza contralateral. Sin embargo, la realización de tres series aumentó la fuerza contralateral un 7% respecto a la fuerza inicial. Hubo una tendencia a producir mejoras más evidentes en la fuerza contralateral con la realización del entrenamiento a alta velocidad, pero no alcanzó efectos significativos. En resumen, tres series de ejercicio de fuerza unilateral produce pequeños aumentos de fuerza en el miembro contralateral.

El entrenamiento de fuerza máxima de las piernas mejora la economía del ciclismo en sujetos previamente no entrenados

Maximal leg-strength training improves cycling economy in previously untrained men

Loveless DJ, Weber CL, Haseler LJ, Schneider DA

Med Sci Sports Exerc 37: 1231-1236, 2005

El objetivo de esta investigación fue examinar la economía del gesto del pedaleo en ciclismo antes y después de 8 semanas de entrenamiento de fuerza máxima. Siete sujetos previamente no entrenados (25 ± 2 años) realizaron un entrenamiento de fuerza 3 días/semana durante 8 semanas, utilizando series de 5 repeticiones al 85% 1RM. Se midieron la masa corporal, la masa muscular libre de grasa en piernas (LLM), % grasa corporal y fuerza de las piernas (1RM) en las semanas 0, 4 y 8 del entrenamiento. La economía del gesto en ciclismo se calculó como $\Delta VO_2 / \Delta W$ (cambio en el costo del O₂ dividido por el cambio en la potencia, entre dos potencias de trabajo diferentes). Los resultados mostraron un aumento significativo en LLM y 1RM entre las 0 y las 4 semanas de entrenamiento. Entre las semanas 4 y 8, 1RM continuó aumentando, sin cambios en LLM. La potencia pico en el test incremental aumentó significativamente (305 ± 14 a 315 ± 16 W), mientras que la potencia en el umbral ventilatorio no se modificó. El VO_{2pico} y el VO_2 en el umbral tampoco se modificaron con el entrenamiento. La economía del ciclismo aumentó significativamente cuando la potencia de trabajo se incrementó desde valores por debajo del umbral a valores por encima del umbral ventilatorio, pero no en potencias por debajo del umbral. En conclusión, el entrenamiento de fuerza máxima en piernas mejora la economía de gesto en ciclismo en sujetos previamente no entrenados. El aumento de la fuerza sin cambios en la masa libre de grasa en piernas durante las últimas 4 semanas de entrenamiento, sugiere adaptaciones neurales en este periodo de entrenamiento.

Efectos del daño muscular inducido por el ejercicio excéntrico sobre la fatiga muscular

Effects of muscle damage induced by eccentric exercise on muscle fatigue

Endoh T, Nakajima T, Sakamoto M, Komiyama T

Med Sci Sports Exerc 37: 1151-1156, 2005

Este estudio fue diseñado para determinar en qué cuantía el daño muscular inducido por el ejercicio excéntrico con esfuerzos voluntarios máximos (ECC) afecta a la evolución de la fatiga central y periférica durante contracciones máximas sostenidas (MVC). Diez voluntarios sanos realizaron dos protocolos de MVC breve (MVC control) y MVC sostenida (test de fatiga de 60s de duración), con flexión de codo, antes y dos y cuatro días después de ECC. Se aplicó estimulación magnética transcraneal (TMS) en la corteza motora para determinar cambios en la activación voluntaria (VA), tamaño de los potenciales evocados (MEP) y longitud del silencio electromiográfico (EMG). También se calculó la relación entre *root mean square* del EMG de superficie del bíceps braquial y la fuerza ejercida en los 50 ms anteriores a TMS (RMS/F). Los resultados mostraron que el MVC control y el dolor muscular disminuyeron y aumentaron significativamente, respectivamente, 2 y 4 días después de ECC, en comparación con los datos previos a ECC. Durante el test de fatiga, VA disminuyó a los 2 y 4 días después de ECC. Además, la relación RMS/F aumentó 2 y 4 días después de ECC. Aunque el grado de facilitación del MEP aumentó, la longitud del silencio del EMG fue menos afectada por el ECC. En conclusión, el daño muscular inducido por el ejercicio excéntrico modifica significativamente la fatiga muscular y periférica durante contracciones musculares máximas sostenidas.

La estimulación eléctrica muscular prolongada aumenta la fuerza y la capacidad aeróbica en adultos sedentarios sanos

Prolonged electrical muscle stimulation exercise improves strength and aerobic capacity in healthy sedentary adults

Banerjee P, Caulfield B, Crowe L, Clark A

J Appl Physiol (epub ahead of print) 4-agos, 2005

Esta investigación evaluó las respuestas al entrenamiento frente a una estimulación eléctrica muscular prolongada (EMS) en sujetos sedentarios sanos. Quince sujetos sanos con estilo de vida sedentario completaron un programa de 6 semanas de entrenamiento durante los que completaron una media de 29 horas de sesiones de EMS. El tipo de EMS utilizado fue capaz de activar la respuesta cardiovascular al ejercicio sin cargas las articulaciones o los miembros. Esto se alcanzó mediante rápidas contracciones inducidas en los grandes músculos de las piernas. Se utilizó un diseño cruzado, con los sujetos siguiendo con sus hábitos de vida habituales durante la fase de no-entrenamiento del estudio. El efecto entrenamiento fue evaluado por medio de un test en tapiz rodante para determinar la capacidad aeróbica pico, un test de distancia de 6min caminando, la medida de la fuerza del cuadriceps y el índice de masa corporal (BMI). Los resultados mostraron que después del entrenamiento se produjeron mejoras significativas en todas las variables, excepto en BMI. El VO_2 pico aumentó $0,24 \pm 0,16$ l/min de media. Los resultados sugieren que la EMS puede ser utilizada en sujetos sedentarios para mejorar la condición física. Esta puede ser una alternativa viable frente a formas más convencionales de ejercicio en esta población.

Comparación de ejercicio excéntrico entre brazos y piernas a la misma intensidad relativa sobre los indicadores de daño muscular

Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage

Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, Koutedakis Y, Nosaka K
Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 9-jul, 2005

Muchos modelos de ejercicio han demostrado la asociación entre las acciones musculares excéntricas y el daño muscular. Sin embargo, la magnitud del daño muscular varía entre los modelos. Parece que la respuesta al ejercicio excéntrico es distinta entre los músculos de los brazos y piernas, pero esto no ha sido clarificado convenientemente. Este estudio comparó ejercicios excéntricos con brazos y piernas realizados a la misma intensidad relativa sobre los indicadores de daño muscular. Once sujetos sanos no entrenados ($21,2 \pm 1,0$ años) realizaron sesiones de ejercicio excéntrico submáximo con extensores de la rodilla (LEGS) y flexores del codo (ARMS), de forma independiente. Ambos protocolos consistieron en 6 series de 12 repeticiones con una intensidad correspondiente al 75% del pico máximo de fuerza excéntrica (EPT) de cada músculo. Se evaluaron el rango de movimiento (ROM), dolos muscular tardío (DOMS), creatina kinasa (CK) y lactato deshidrogenasa (LDH), concentración de mioglobina (Mb) y fuerza muscular (EPT y fuerza isométrica (IPT)), antes del ejercicio y 24, 48, 72 y 96 h después de finalizar el mismo. Los resultados mostraron mayores aumentos en CK y Mb después de ARMS vs LEGS, a las 72 y 96 h. EPT y IPT descendieron significativamente hasta las 96 h en ARMS, pero se recuperaron a las 96 h en LEGS. El descenso de la fuerza muscular fue mayor en ARMS vs LEGS a las 48, 72 y 96 h después del ejercicio en EPT, y desde las 24 h hasta las 96 h para IPT. Los resultados sugieren que la magnitud del daño muscular es mayor, y la recuperación de la función muscular más lenta después del ejercicio excéntrico realizado con los flexores del codo que con los extensores de rodilla.

Relación entre el test de Wingate de 30 s y las características de la fuerza de las piernas explosiva e isométrica en jóvenes sujetos

Relationship between the 30-second wingate test and characteristics of isometric and explosive leg strength in young subjects

Arslan C

J Strength Cond Res 19: 658-666, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar una posible relación entre la potencia alcanzada en el test de Wingate (WT) y la fuerza isométrica de las piernas (ILS), así como también la fuerza explosiva (ELS), en hombres y mujeres jóvenes con diferente nivel de condición física. Un total de 166 sujetos, incluyendo 98 hombres y 68 mujeres, participaron en el estudio. Los sujetos fueron divididos en dos grupos: activos físicamente y sedentarios. Las características físicas y el BMI no fueron diferentes entre ellos. Agrupados los sujetos (hombres y mujeres) no se encontró correlación entre el índice de fatiga del WT y ILS ó ELS, pero se encontró una correlación positiva entre el pico de potencia, pico de potencia por kg, potencia media, potencia media por kg y

potencia WT. Aunque la potencia del WT en 5 s se correlacionó con ILS y ELS en los primeros 15 s, esta correlación fue mayor en los últimos 15 s, en todos los grupos. En resumen, este estudio comprobó que la actividad física regular tiene una relación positiva con la potencia, ILS y ELS, tanto en sedentarios, como en sujetos (hombres y mujeres) físicamente activos.

Entrenamiento de fuerza: efecto del número de series y velocidad de contracción

Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed

Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC

Med Sci Sports Exerc 37: 1622-1626, 2005

El objetivo de la investigación fue comparar los efectos sobre la fuerza en una primera fase de entrenamiento, con una o tres series, y velocidades lentas o rápidas. Un total de 115 sujetos sanos, no entrenados, fueron distribuidos aleatoriamente en un grupo control o en uno de los siguientes cuatro grupos de entrenamiento: una serie rápida (140 °/s), tres series rápidas, una serie lenta (50 °/s) ó tres series lentas. Todos los sujetos entrenaron 3 días /semana durante 6 semanas. Los sujetos de los grupos de entrenamiento realizaron flexiones unilaterales de codo con una carga de 6-8 RM. Los sujetos control no entrenaron. Antes y después del entrenamiento se midió 1RM, circunferencia del brazo y pliegues cutáneos del bíceps. Los resultados mostraron que una serie lenta aumentó la fuerza en un 25% ($p < 0,001$). Tres series de entrenamiento produjeron mayor aumento de la fuerza que una única serie (diferencia: 23%), y el entrenamiento rápido produjo mayores ganancias de fuerza que el entrenamiento lento. La interacción entre series y velocidad fue negativa y casi significativa estadísticamente, sugiriendo que existe un beneficio de entrenar con tres series o velocidades altas, pero no hay un efecto añadido de realizar ambos procedimientos. En conclusión, tres series de ejercicio producen el doble de ganancia de fuerza que una única serie al comienzo de un programa de entrenamiento de fuerza. Entrenar a elevada velocidad produce mayor ganancia de fuerza que hacerlo lento; sin embargo, no parece haber efecto adicional de entrenamiento realizando ambos procedimientos al tiempo (tres series más velocidad rápida).

Efectos del daño muscular inducido por ejercicio excéntrico sobre los niveles de factor activador plaquetario (PAF) y otros marcadores inflamatorios

Effects of eccentric exercise-induced muscle injury on blood levels of platelet activating factor (PAF) and other inflammatory markers

Miliás GA, Nomikos T, Fragopoulou E, Athanasopoulos S, Antonopoulou S

Eur J Appl Physiol 6 : 1-10, 2005

Se ha observado que el ejercicio con contracciones excéntricas puede inducir daño e inflamación en el tejido muscular humano, cuya severidad depende de la duración e intensidad del ejercicio. El factor de activación plaquetario (PAF) es un potente mediador inflamatorio implicado en una serie de condiciones fisiopatológicas. Los autores investigaron la relación entre PAF y ejercicio excéntrico inductor de daño muscular.

Trece sujetos sanos ($27,5 \pm 3,78$ años) realizaron 36 contracciones excéntricas máximas utilizando los músculos flexores del codo del brazo no dominante. Se obtuvieron muestras de sangre inmediatamente antes y después del ejercicio, y a las 2, 24, 48, 72 y 96 h. Se determinaron los niveles plasmáticos de creatina quinasa (CK), lactato deshidrogenada (LDH), proteína C reactiva (CRP), complemento (C3), fibrinógeno y leucocitos. Se establecieron indicadores de daño muscular como fuerza isométrica máxima (MIT), rango de movimiento (ROM), ángulo del brazo relajado (RANG), ángulo del brazo flexionado (FANG), circunferencia del brazo (CIRC) y dolor muscular. Los resultados mostraron que PAF, leucocitos, CK y LDH se elevaron después del ejercicio, mientras que otros parámetros bioquímicos tales como CRP, C3 y fibrinógeno no cambiaron. También se observó una asociación inversa entre PAF y MIT y ROM, así como una asociación positiva con otros marcadores de daño muscular (CK, LDH, FANG y CIRC). Los hallazgos pueden implicar a un papel del PAF en los mecanismos que inducen el daño muscular después de contracciones musculares excéntricas.

Cambios agudos en la excitación muscular y en el rendimiento de extensión de la pierna tras diferentes ejercicios de carrera en corredores de fondo de élite

Acute changes in muscle activation and leg extension performance after different running exercises in elite long distance runners.

Vuorimaa T, Virlander R, Kurkilahti P, Vasankari T, Hakkinen K

Eur J Appl Physiol 10:1-10, 2005

Este estudio valora los cambios agudos en la excitación muscular y en la potencia muscular tras 3 ejercicios de carrera diferentes en corredores de larga distancia de élite. 22 corredores de categoría nacional e internacional realizaron en primer lugar una prueba incremental en tapiz rodante hasta el agotamiento (MR) y después una prueba de carga constante de 40 minutos de duración (TR) e intermitente (correr 2 min / reposo 2 min) (IR) a una intensidad de entre el 80 y el 100% de la velocidad de VO_{2max} , respectivamente. Se determinó la excitación muscular y las pruebas de potencia (salto tras impulso, CMJ; y una serie de 10 media-sentadillas, con el 35 % de la masa del sujetos, de carga extra, 1·RM) antes e inmediatamente después de las pruebas citadas. Se calculó la potencia mecánica media de los ejercicios y la raíz cuadrada media del EMG procedente del vasto lateral, vasto medial, gemelo y bíceps femoral, durante la ejecución del ejercicio de media sentadilla. Los resultados mostraron un incremento agudo en P, junto con una reducción en EMGrms de los músculos extensores de los músculos extensores de la rodilla. Sin embargo, la P mecánica, expresada como un cambio relativo dentro de la serie, decrecía tras MR. En TR la mejora en P se correlacionaba positivamente con el rendimiento máximo de carrera de los sujetos ($P < 0,05$), mientras que en IR la correlación era negativa ($P < 0,05$). Los resultados del salto aumentaban significativamente tras cada carrera ($P < 0,001$) para todos y la mejora se correlacionaba negativamente con la máxima velocidad de carrera y la máxima altura en el salto ($P < 0,001$ para todos). Como consecuencia de estos resultados se considera que en los corredores de fondo de élite un ejercicio de carrera prolongado y de alta intensidad reduce el EMG de superficie de los músculos extensores de la pierna, y puede producir diferencias de coordinación en el ejercicio de

extensión de la pierna en la dirección vertical. Tras carreras continuas la potencia aumenta su correlación positiva con la capacidad máxima de resistencia, mientras que tras ejercicios de carácter intermitente esta correlación es negativa.

Eficacia del masaje con hielo en el tratamiento del daño muscular inducido por el ejercicio

The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage

Howatson G, Gaze D, van Someren KA

Scand J Med Sci Sports 15: 416-422, 2005

Este estudio tenía como objetivo, en primer lugar, examinar los efectos de la aplicación repetida de masaje de hielo sobre los marcadores indirectos del daño muscular, mediante un diseño transversal intra-sujeto; y en segundo lugar estudiar cómo afecta a la función muscular tanto durante las contracciones estáticas como dinámicas, tras ejercicios excéntrico no habituales. Se eligieron 12 varones que hicieron ejercicios lesivos en 2 ocasiones separadas. El protocolo consistía en 3 series de 10 repeticiones excéntricas máximas de los flexores del codo con dinamometría isocinética. Los sujetos se distribuyeron aleatoriamente: unos recibían masaje con hielo, y otros placebo. Este masaje se ofrecía inmediatamente después del ejercicio, 24 y 48 horas después. Se valoraron la función muscular (isométrica máxima, contracciones isocinéticas lentas y rápidas), creatínquinasa, mioglobina, dolorimiento muscular, diámetro del miembro, y rango de movimiento pre, inmediatamente post, 24, 48, 72, y 96 horas postejercicio. Se objetivaron diferencias significativas en todas las variables dependientes ($P < 0,05$). No había diferencias significativas entre tratamientos. El masaje con hielo es ineficaz para reducir los marcadores indirectos asociados con daño muscular inducido por el ejercicio y mejorar la recuperación de la función muscular en varones que realizan un ejercicios excéntrico desacostumbrado.

El flujo sanguíneo no limita la producción de fuerza muscular durante las contracciones isométricas incrementales

Blood flow does not limit skeletal muscle force production during incremental isometric contractions

Wigmore DM, Probert K, Kent-Braun JA

Eur J Appl Physiol 22: 1-9 [Epub ahead of print] 2005

Se cree que las interrupciones del flujo sanguíneo muscular durante las contracciones musculares repetidas puede contribuir a la fatiga muscular, y que ésta es mayor a medida que aumenta la intensidad. Se estudió el flujo sanguíneo del músculo esquelético y la fatiga en 13 varones no entrenados (21 - 27 años) durante un ejercicio intermitente (contracción 4 s, relajación 6 s) de 16 minutos de duración de contracciones isométricas de flexión dorsal. Las contracciones comenzaron al 10% de la contracción muscular máxima (MVC) pre-ejercicio, incrementando un 10 % cada 2 min. Se determinaba hiperemia (flujo sanguíneo tras la contracción mediante pletismografía oclusiva venosa) y MVC al final de cada escalón. Las medidas de volumen muscular se obtuvieron por resonancia magnética. Tras 10 min de ejercicio la fuerza submáxima y la hiperemia post-contracción alcanzó una meseta. La MVC cayó desde los 8 min de

ejercicio hacia delante ($p=0,004$), y este comienzo de la fatiga precedía a la meseta aparecida en la fuerza submáxima y la hiperemia. A pesar de la amplitud en el rango del volumen muscular ($66,3 - 176,4 \text{ cm}^3$) y en el de la fuerza ($112,5 - 421,8 \text{ N}$), ningún tamaño muscular ni nivel de fuerza se relacionaban con la fatiga. La disociación temporal entre los cambios en el flujo sanguíneo y el comienzo de la fatiga (caída de MVC) sugiere que el flujo sanguíneo no es limitante de la producción de fuerza muscular durante el ejercicio intermitente de dorsiflexión isométrica en varones jóvenes sanos. Además, la hiperemia se incrementó linealmente con el aumento de la intensidad de la contracción, reflejando un equilibrio entre el flujo sanguíneo y la producción de fuerza, a lo largo del protocolo, que era independiente de la fatiga.

Liberación de alfa-actina en suero tras daño muscular esquelético

Release of alpha-actin into serum after skeletal muscle damage.

Martinez-Amat A, Boulaiz H, Prados J, Marchal JA, Padial Puche P, Caba O, Rodriguez-Serrano F, Aranega A

Br J Sports Med 39: 830-834, 2005

La proteína muscular alfa-actina ha sido investigada con objeto de emplearse como método fiable y reproducible de daño muscular. Se obtuvieron muestras de suero de 33 sujetos control sanos y 33 enfermos con daño muscular definido; determinado por un valor total de $> 500 \text{ UI/L}$ de CK (método Rosalki): Se midieron troponina I, troponina T y mioglobina con inmunoanálisis; y alfa-actina con técnica de Western blot y densitometría. Las concentraciones séricas medias de alfa-actina en controles y enfermos con lesión muscular esquelética era de $600,9$ y $1968,51 \text{ ng/mL}$, respectivamente, con diferencia significativa. El suero de los enfermos mostraba mayores niveles de alfa-actina que troponina o mioglobina. NO se apreciaron diferencias significativas en troponina I. Como conclusión se considera que la alfa-actina era el marcador de daño muscular más significativo, pudiendo ser un candidato ideal para la identificación de todos los tipos de lesión miofibrilar, incluido las lesiones deportivas. Los hallazgos recomiendan el uso de la alfa-actina como marcador complementario de otras proteínas empleadas habitualmente.

Reducción del efecto protector frente al daño muscular inducido por el ejercicio excéntrico

Attenuation of protective effect against eccentric exercise-induced muscle damage

Nosaka K, Newton MJ, Sacco P

Can J Appl Physiol 30: 529-542, 2005

Una ejecución aislada de un ejercicio excéntrico ofrece un efecto protector a largo plazo frente a series de ejercicio del mismo tipo. Se investigaba cómo se perdía el efecto protector cuando el intervalo entre el ejercicio inicial y la serie se incrementaba de 4 a 12 semanas. Se estudiaron 30 varones jóvenes que ejecutaron 2 series de 12 contracciones excéntricas máximas de los flexores del codo del brazo no dominante separados por 4 ($n=9$), 8 ($n=10$), o 12 ($n=11$) semanas. Se determinaron antes, inmediatamente después y 4 días después del ejercicio la fuerza isométrica máxima, los ángulos de flexión

y extensión del codo, amplitud de movimiento, circunferencia de miembros superiores; dolorimiento muscular; creatíninasa plasmática (CK); y mioglobina (Mb). Los cambios se compararon entre las diversas series para cada grupo y entre grupos por medidas ANOVA. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Se observó una significativamente ($p < 0,05$) menor respuesta en la segunda ejecución para las 4 y 8 semanas; aunque sólo en fuerza, dolor muscular, CK, y Mb en el de 12 semanas. Como conclusión se considera que algunos de los efectos protectores se atenuaban tras 8 semanas, y que los factores responsable de ello varían según las medidas.

Efectos de los hidratos de carbono de la dieta sobre el dolor muscular diferido (“agujetas”) y la producción de oxígeno reactivo tras la lesión muscular inducido por la contracción

Effects of dietary carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage

Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Noyes C, McArdle F, MacLaren DP

Br J Sports Med 39: 948-953, 2005

Las “agujetas” (DOMS) aparecen tras un ejercicio al que no se está acostumbrado, planteándose la posibilidad que se deba a especies con oxígeno reactivo (ROS). Los estudios anteriores habían mostrado un incremento de ROS tras contracciones con gran sobrecarga, atribuible a la invasión de fagocitos. La glucosa plasmática es un sustrato de enorme importancia para los fagocitos, por lo que el nivel de hidratos de carbono (CHO) previos al ejercicio podría influir en la producción de ROS y de DOMS. Con objeto de valorar el efecto del nivel de CHO sobre DOMS, la producción de ROS y la función muscular tras el daño muscular inducido por la contracción, 12 sujetos ejecutaron 2 carreras cuesta abajo: una de ellas tras una dieta alta en CHO, y otra tras una baja en CHO. Se obtuvieron muestras sanguíneas para analizar malondialdehído, glutatión total, CK, ácidos grasos no esterificados, lactato, glucosa, y leucocitos. Se valoraron cada día la aparición de DOMS y la función muscular. Los ejercicios tras dieta rica en CHO tenían un mayor cociente respiratorio. La dieta pobre en CHO se acompañaba de mayor cantidad de ácidos grasos no esterificados antes del ejercicio. Hubo DOMS tras el ejercicio, manteniéndose durante 96 horas, tras ambas dietas. Se observó también una respuesta bifásica de CK tras ambas dietas y a las 24 y 96 horas. Aumentó el malondialdehído 72 tras el ejercicio tras ambas dietas, y la función muscular se encontró deteriorada hasta ese momento. Como conclusión se destaca que correr cuesta abajo incrementa la producción de ROS y la aparición de DOMS y aumenta el daño muscular. El nivel de CHO previo al ejercicio no tiene efecto.

Efectos del entrenamiento de pesas concéntrico o excéntrico sobre la expresión de las proteínas del golpe de calor en el músculo bíceps braquial de varones muy bien entrenados

Effect of concentric or eccentric weight training on the expression of heat shock proteins in m. biceps brachii of very well trained males

Gjovaag TF, Vikne H, Dahl HA

El aumento de la expresión de las proteínas del golpe de calor (HSP) como respuesta a una sesión de ejercicio está bien descrito en estudios sobre animales, y hay indicios, cada vez más numerosos, de que también ocurre en el hombre. En algunos estudios sobre humanos se ha investigado la respuesta de HSP para bajar la actividad continua de fuerza, mientras que los conocimientos sobre el efecto de éstos a la fuerza intermitente de alta intensidad, como el entrenamiento de pesas, es escasa. Además, la mayor parte de los estudios han empleado sujetos desentrenados, y una observación habitual es que la actividad continua de baja intensidad en desentrenados incrementa la expresión de HSP. El objetivo principal de este estudio era investigar la respuesta de HSP en varones muy bien entrenados, en un ejercicio longitudinal de alta intensidad; y si esta respuesta era dependiente de la modalidad del ejercicio (p. ej.: ejercicio excéntrico (ECC) o concéntrico (CON)). Los sujetos realizaron un entrenamiento de fuerza progresivo consistente en ejercicios de alta intensidad CON o ECC de codo 2 ó 3 veces a la semana durante 12 semanas. En comparación con las cifras basales la expresión de HSP72 disminuyó un 46.1% ($P < 0.05$) tras las contracciones CON. La expresión GRP75 no sufrió cambios tras ECC ni CON; mientras que la expresión de la ubiquitina disminuyó un 19.9% ($P < 0.02$) tras ECC. Estos datos suponen que un ejercicio intensivo regular puede atenuar la respuesta HSP en varones bien entrenados.

Diferencias individuales en la respuesta al entrenamiento de resistencia y de fuerza

Individual differences in the responses to endurance and resistance training

*Hautala AJ, Kiviniemi AM, Makikallio TH, Kinnunen H, Nissila S, Huikuri HV, Tulppo MP
Eur J Appl Physiol 96: 535-542, 2006*

En sujetos sanos se ha observado grandes diferencias en la respuesta al entrenamiento de resistencia con respecto a la condición física cardiorrespiratoria (VO_{2pico}). Se analizó la hipótesis de que los sujetos con una peor respuesta al entrenamiento de resistencia podría beneficiarse del entrenamiento de fuerza, en términos de capacidad aeróbica. Se estudiaron varones y mujeres sanos sedentarios ($n=91$, 42 ± 5 años) divididos en dos grupos: uno sometido a entrenamiento ($n=73$) y otro control ($n=18$). El estudio aleatorio transversal constaba de una fase de entrenamiento de resistencia o de fuerza en laboratorio, de 2 semanas de duración; junto con un periodo de 2 meses de desentrenamiento entre los programas. Se observaron grandes diferencias en los cambios del VO_{2pico} (delta VO_{2pico}) tras el entrenamiento de resistencia (8 ± 6 % de media, $P < 0.001$, rango -5 a +22%) y en el entrenamiento de fuerza (average 4 ± 5 % de media, $P < 0.001$, rango -8 a +16%). El incremento medio en delta VO_{2pico} era semejante entre géneros (8 ± 6 % para ambos sexos, $P=ns$), tanto en resistencia como en fuerza (3 ± 5 % para varones y 5 ± 6 % para mujeres, $P=ns$). No aparecía relación lineal entre los cambios en VO_{2pico} tras cada intervención de entrenamiento ($r = -.09$, $P=ns$). Todo lo contrario: cuando el estudio fue dividido en cuarteles, de acuerdo con la respuesta al entrenamiento de resistencia (1 ± 3 , 6 ± 1 , 9 ± 1 , y 16 ± 3 % de aumento en el VO_{2pico} , el grupo con la menor respuesta al entrenamiento de resistencia incrementaba VO_{2pico} tras el ejercicio de fuerza (Delta VO_{2pico}) 7 ± 5 %, $P < 0.001$). Por tanto, se considera que la respuesta individual del VO_{2pico} al entrenamiento se relaciona con el tipo de entrenamiento. Los varones y mujeres sanos con bajo nivel de respuesta al entrenamiento parecen beneficiarse de una sensible mejora en la condición física cardiorrespiratoria mediante entrenamiento de fuerza.

Hematología / Cardiovascular

5

Efectos de un periodo de entrenamiento sobre variables hematológicas en futbolistas

Effects of training period on haemotological variables in regularly trained footballers

Karakoc Y, Duzova H, Polat A, Emre MH, Arabaci I

Br J Sports Med 39: e4, 2005

El objetivo de esta investigación fue valorar los efectos de un periodo de entrenamiento en fútbol sobre distintas variables hematológicas en futbolistas entrenados. Diez sujetos fueron seleccionados aleatoriamente de los reservas de un equipo de fútbol en la Liga de Turquía. Durante la última semana de la temporada, un día antes de una sesión estándar de entrenamiento y dos días después del partido de liga, se obtuvieron muestras de sangre venosa (pre-entrenamiento). Después de 90min de entrenamiento estandar, se obtuvieron nuevas muestras sanguíneas (post-ejercicio). Se determinaron lactato, viscosidad de la sangre, fibrinógeno plasmático, tiempo de coagulación, variables del equilibrio ácido-base y concentraciones plasmáticas de Na^+ , K^+ y Ca^{2+} . Los resultados mostraron un descenso significativo de la hemoglobina, volumen celular y volumen corpuscular medio, mientras que los leucocitos y las plaquetas aumentaron significativamente después del entrenamiento. La viscosidad de la sangre descendió, pero la reducción no fue significativa. El lactato, la glucosa y el Na^+ aumentaron, pero el bicarbonato y el Ca^{2+} disminuyeron. El tiempo de hemorragia se acortó significativamente después del entrenamiento. La viscosidad de la sangre se correlacionó de manera inversa con la concentración de glucosa plasmática ($r=-0,48$). En conclusión, los resultados muestran que la viscosidad de la sangre tiende a disminuir con este tipo de entrenamiento. Esto es debido a una reducción en el volumen celular y en el volumen corpuscular medio. El incremento del lactato no parece tener un efecto adverso sobre la viscosidad de la sangre de esos sujetos debido a los mecanismos protectores desarrollados con el entrenamiento regular de la temporada.

Función endotelial de jóvenes varones después de un periodo de entrenamiento integral de la fuerza

Endothelial function of young healthy males following whole-body resistance training

Rakobowchuk M, McGowan CL, de Groot PC, Hartman JW, Phillips SM, Macdonald MJ

J Appl Physiol (pub ahead of print) 27 ene, 2005

Dada la importancia del ejercicio de fuerza en un programa de entrenamiento como componente esencial de la salud, los autores evaluaron si el entrenamiento de fuerza afectaba a la función endotelial arterial. Veintiocho sujetos varones ($23\pm 3,9$ años) realizaron un programa de entrenamiento integral de la fuerza de 12 semanas, con 5 sesiones semanales. Se midió la función endotelial braquial utilizando la oclusión por manguito para valorar la dilatación. Después de la oclusión del antebrazo durante 4,5 min, se midió la dilatación de la arteria braquial y el flujo de sangre post-oclusión de forma continuada durante 15 y 70 s, respectivamente. El flujo de sangre post-oclusión pico y a los 10 s y la dilatación de la arteria braquial mediada por el flujo sanguíneo fue medido pre-entrenamiento, a las 6 semanas de entrenamiento (MID) y después de 13 semanas de entrenamiento (POST). Los resultados indicaron un aumento del diámetro

medio de la arteria braquial en MID y POST frente a PRE. El flujo de sangre post-oclusión pico y a los 10s aumentó en MID, permaneciendo elevado en POST. Este estudio ha sido el primero en mostrar que con el ejercicio de fuerza ocurre un remodelado de las arterias periféricas en sujetos jóvenes sanos. Además, el aumento del flujo sanguíneo post-oclusión puede indicar una mejora de la función en la resistencia de los vasos sanguíneos. Así, las adaptaciones arteriales con cargas de elevada presión, como las que ocurren con el entrenamiento de fuerza, pueden ser menos distintas de lo que se pensaba de las acontecidas con el entrenamiento de resistencia aeróbica.

Datos ecocardiográficos en jugadores húngaros de waterpolo de alto nivel

Echocardiographic data in hungarian top-level water polo players

Pavlik G, Kemeny D, Kneffel Z, Petrekanits M, Horvath P, Sido Z

Med Sci Sports Exerc 37: 323-328, 2005

El waterpolo es un deporte en el que se desarrollan entrenamientos de alta intensidad, debiendo desarrollar importantes adaptaciones cardíacas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el tamaño cardíaco, determinar el VO_2max y comparar esos datos con los de otros atletas de alto nivel. Se realizaron test de esfuerzo en tapiz rodante para determinación del VO_2max , y se utilizó la ecocardiografía y el doppler para las mediciones del tamaño cardíaco en 15 jugadores de waterpolo (campeones olímpicos), comparando los datos con sujetos sedentarios ($n=19$) y atletas de resistencia aeróbica de alto nivel ($n=16$), así como con atletas de potencia muscular ($n=15$). Los resultados mostraron que la potencia aeróbica de los jugadores de waterpolo fue significativamente menor ($57,8 \pm 12,3$ ml/kg/min) que la de los atletas de resistencia aeróbica ($70,9 \pm 8,9$ ml/kg/min), mayor que la de los sedentarios ($49,7 \pm 4,3$) y no diferente que la de los atletas de potencia ($50,5 \pm 6,0$). Los espesores de la pared ventricular izquierda (expresados en relación al tamaño corporal) fueron más altos en jugadores de waterpolo ($16,8 \pm 1,5$ vs $15,9 \pm 1,1$ (resistencia aeróbica) vs $14,5 \pm 1,0$ (potencia muscular) vs $12,8 \pm 0,6$ mm (sedentarios). La masa muscular del ventrículo izquierdo (LVMM/BSA) fue más alta en jugadores de waterpolo (115 ± 22 g/m) que en atletas de potencia muscular (86 ± 12) o sedentarios (74 ± 9), y similar que en los atletas de resistencia aeróbica (112 ± 15). La frecuencia cardíaca de reposo fue menor en los jugadores de waterpolo ($55,1 \pm 9,7$) y en los atletas de resistencia aeróbica ($59,3 \pm 10,6$) que en los atletas de potencia muscular ($66,0 \pm 16,1$) ó en sedentarios ($72,9 \pm 10,9$). En conclusión, los resultados indican que los jugadores de waterpolo de alto nivel tienen una significativa hipertrofia cardíaca, con un notable espesor de las paredes ventriculares, y un VO_2max más bajo que los atletas de resistencia aeróbica, pero similar a los encontrados en jugadores de fútbol o baloncesto.

Efectos del entrenamiento de resistencia aeróbica de corta duración sobre la distensibilidad aórtica en hombres jóvenes

Effects of short-term endurance training on aortic distensibility in young males

Kakiyama T, Sugawara J, Murakami H, Maeda S, Kuno S, Matsuda M

Med Sci Sports Exerc 37: 267-271, 2005

El entrenamiento de resistencia aeróbica de corta duración puede aumentar la distensibilidad aórtica, pero este efecto puede no ser duradero. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos del entrenamiento aeróbico y del desentrenamiento sobre la distensibilidad aórtica en 10 sujetos sanos sedentarios ($21 \pm 0,6$ años; rango: 19-24 años). Los sujetos realizaron un entrenamiento de 8 semanas en cicloergómetro a una intensidad correspondiente al 70% $VO_2\max$, durante 60 min por sesión en días alternos (3-4/semana). Posteriormente realizaron un periodo de desentrenamiento durante 8 semanas. Antes y justo después del periodo de entrenamiento se midió la velocidad de la onda de pulso aórtica (APWV), y también durante el periodo de desentrenamiento. Los resultados mostraron un aumento del $VO_2\max$ después del entrenamiento, permaneciendo elevado después del periodo de desentrenamiento. La APWV disminuyó significativamente después del entrenamiento, pero retornó a los valores previos a las 4 semanas del periodo de desentrenamiento. En conclusión, los datos sugieren que el entrenamiento aeróbico de corta duración parece mejorar la distensibilidad aórtica, pero los efectos no pueden ser mantenidos sin una continuidad en la realización de ejercicio.

Efectos del ejercicio de fuerza sobre la *compliance* arterial

Acute effects of resistance exercise on arterial compliance

Devan AE, Anton MM, Cook JN, Neidre DB, Cortez-Cooper MY, Tanaka H

J Appl Physiol (epub ahead of print) 17-feb, 2005

El descenso de la *compliance* arterial central se está mostrando como un factor de riesgo de enfermedad cardiovascular. El entrenamiento de fuerza se asocia con reducciones en la capacidad elástica de las arterias centrales, pero no es conocido si esta reducción es el resultado de una sesión de ejercicio de fuerza ó es una adaptación de múltiples sesiones de este tipo de entrenamiento. Dieciséis sujetos sedentarios sanos ó activos recreacionales (11 hombres y 5 mujeres; 27 ± 1 años) fueron estudiados bajo condiciones experimentales paralelas en dos días separados. El orden de los experimentos fue aleatorio entre ejercicios de fuerza (nueve ejercicios al 75% 1RM) y condiciones control (reposo sentados). Los resultados mostraron que los valores hemodinámicas basales no fueron diferentes entre las condiciones experimentales. La *compliance* arterial de la carótida disminuyó y el índice de rigidez aumentó inmediatamente y 30 min después del ejercicio de fuerza. Inmediatamente después del ejercicio de fuerza, la presión arterial sistólica en carótida aumentó, no observando cambios en la presión arterial sistólica braquial. Esos valores retornaron a los basales en los 60 min después de finalizar la sesión de entrenamiento. No se observaron cambios en las condiciones control. Los resultados sugieren que una sesión de ejercicio de fuerza disminuye de forma aguda la *compliance* arterial central, pero ese efecto dura menos de 60min después de finalizada la sesión de ejercicio.

***Drift (deriva)* cardiaco durante ejercicio prolongado con evidencia ecocardiográfica de reducción de la función sistólica del corazón**

Cardiac drift during prolonged exercise with echocardiographic evidence of reduced diastolic function of the heart

Dawson EA, Shave R, George K, Whyte G, Ball D, Gaze D, Collinson P

92 *Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 12-mar, 2005*

Este estudio examinó si en 16 sujetos, un aumento continuo de la frecuencia cardiaca (HR) durante 4 h de ejercicio en cicloergómetro se relacionó con fatiga cardiaca o daño en los cardiomiocitos. Se determinaron las concentraciones séricas de troponina T (cTnT) y se realizó una ecocardiografía antes y después de 2h de ejercicio, a los 15 min de finalizar y a las 24 h post-ejercicio. Se calcularon la función contráctil del ventrículo izquierdo y el llenado diastólico. Durante el ejercicio la HR fue de 132 ± 5 lpm después de 2h, y aumentó a 141 ± 5 lpm, sin evidencias de alteración de la función contráctil del ventrículo izquierdo, cuyos valores no mostraron correlación con el $VO_2\max$. En contraste, el llenado diastólico disminuyó retornando a los valores basales a las 24h después de finalizado el ejercicio, y los cambios individuales se correlacionaron con el $VO_2\max$. Se detectaron bajos niveles de cTnT en dos sujetos, que se normalizaron en 24h. En conclusión, durante ejercicio prolongado ocurre un *drift* cardiovascular con signos ecocardiográficos de reducción de la función diastólica, especialmente en aquellos sujetos con $VO_2\max$ elevados.

Distensibilidad aórtica y función diastólica del ventrículo izquierdo en atletas de resistencia aeróbica

Aortic distensibility and left ventricular diastolic functions in endurance athletes

Kasikcioglu E, Kayserilioglu A, Oflaz H, Akhan H

Int J Sports Med 26: 165-170, 2004

Las propiedades elásticas de la aorta son importantes determinantes de la función del ventrículo izquierdo. El objetivo de esta investigación fue determinar la función diastólica ventricular izquierda y la distensibilidad aórtica en atletas de resistencia. Treinta atletas varones y treinta sujetos sedentarios controles tomaron parte del estudio. Todos realizaron una prueba de esfuerzo máxima y un control ecocardiográfico, en el que se midieron la dimensión de la cavidad ventricular izquierda, parámetros estándar por doppler, y diámetro aórtico 3 cm por encima de la válvula aórtica, en sístole y en diástole. Los resultados mostraron un $VO_2\max$ mayor en atletas. El índice de distensibilidad aórtico fue más alto en atletas en comparación con los controles ($p<0,001$). El índice de rigidez aórtico fue menor en atletas ($p<0,001$). Además, la velocidad pico transmitral precoz (E) y tardía (A), la velocidad pico de la onda sistólica miocárdica y la onda diastólica auricular fueron más altas en atletas que en los controles. La asociación de la velocidad de la onda sistólica miocárdica con la distensibilidad aórtica fue mayor que la observada con otros parámetros del ventrículo izquierdo utilizando regresión lineal múltiple. El aumento de la distensibilidad aórtica en atletas de resistencia puede causar una mejor función diastólica como factor de adaptación cardiovascular fisiológico.

Función y estructura cardiaca en gemelos homocigóticos con distinta condición física

Cardiac structure and function in monozygotic twin pairs discordant for physical fitness

Hannukainen JC, Kujala UM, Toikka J, Heinonen OJ, Kapanen J, Vahlberg T, Kaprio J, Kallio-koski KK

J Appl Physiol (epub ahead of print) 7-abr, 2005

Los estudios transversales realizados en atletas y sujetos de hábitos sedentarios sugieren que el entrenamiento induce adaptaciones en la estructura y la función cardiaca. Sin embargo, el papel de la variación genética sobre los resultados no se ha tenido en cuenta en esos estudios. El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de un aumento de la actividad física a largo plazo sobre parámetros electrocardiográficos y ecocardiográficos en pares de gemelos homocigóticos con distinta actividad física y condición física. En base a cuestionarios previos, entrevista personal y criterios de inclusión, 12 pares de gemelos homocigóticos jóvenes participaron en el estudio. Todos los sujetos realizaron una prueba de esfuerzo para determinación del VO_2max . Los resultados mostraron que 9 pares presentaron al menos un 9% de diferencia en el VO_2max , siendo seleccionados para la segunda parte del estudio y valoración ecocardiográfica. Los gemelos fueron distribuidos en dos grupos: más activos (MAG) y menos activos (LAG) de acuerdo con su VO_2max . De media los MAG tuvieron un 18% mayores valores de VO_2max que los LAG. En el ECG los MAG tuvieron criterios de voltaje Cornell un 29% mayores, y un 37% mayor índice de hipertrofia derecha. En la ECO, no se observaron diferencias entre los grupos, y el índice de masa ventricular izquierda fue solo un 7% mayor en MAG ($p=0,16$). Los resultados muestran que el aumento de actividad física provocó un aumento del 18% en los índices de capacidad cardiorrespiratoria, con cambios mayores en el ECG que en el ECO. Los cambios en ECG fueron sugestivos de hipertrofia del VI, y la exploración ecocardiográfica mostró similar resultados en la tendencia, aunque no alcanzó significación estadística.

El ejercicio excéntrico no activa la coagulación sanguínea

Pure eccentric exercise does not activate blood coagulation

Hilberg T, Glaser D, Prasa D, Sturzebecher J, Gabriel HH

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 20-mayo, 2005

El ejercicio excéntrico puede causar daño muscular con disrupción ultraestructural, inflamación y aumento de la actividad de enzimas proteolíticas. Es posible que esos cambios sean capaces de activar la coagulación in vivo. El objetivo de esta investigación fue estudiar los cambios en la coagulación sanguínea por medio de la medida de aPTT, potencial trombina [TTP total, trombina endógena (ETP), tanto intrínseca (in) como extrínseca (ex), así como generación de trombina (fragmentos 1+2 de protrombina, F1+2) y complejos trombina-antitrombina, TAT)], después de ejercicio excéntrico puro. Diecisiete sujetos sanos no fumadores (28 ± 6 años; VO_2pico : 59 ± 7 ml/kg/min) realizaron saltos excéntricos puros (9x28 en 90 min, con una caída de 55 cm), ejercicio en cicloergómetro (90% IAT durante 60-90 min) y control, en diferentes días. Se obtuvieron muestras de sangre después de 30 min de reposo, inmediatamente de finalizar los ejercicios y 2 h después de recuperación. Después del ejercicio en bicicleta, se produjo un acortamiento del aPTT (12%) y un aumento de TTPin (13%) y TAT (33%) en comparación con las condiciones control, mientras que después del ejercicio excéntrico solo se observaron cambios mínimos en los marcadores estudiados. En conclusión, el impacto mecánico asociado con el ejercicio excéntrico no activa la coagulación sanguínea.

Efectos de la bomba muscular y de la postura corporal sobre las respuestas cardiovasculares durante la recuperación de un ejercicio en bicicleta

Effects of the muscle pump and body posture on cardiovascular responses during recovery from cycle exercise

Takahashi T, Hayano J, Okada A, Saitoh T, Kamiya A

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 1-jun, 2005

El objetivo de esta investigación fue caracterizar los efectos de las contracciones musculares (bomba muscular) y de la postura del cuerpo sobre las respuestas cardiovasculares durante la recuperación de un ejercicio moderado en posición sentada o en posición supina. Se midieron la frecuencia cardíaca (HR), volumen sistólico (SV) y gasto cardíaco (CO) en siete sujetos jóvenes en reposo y durante 10 min de ejercicio en bicicleta al 60% VO_2pico . Esto fue seguido de un periodo de completo reposo de 5 min (recuperación inactiva) o de pedaleo de 5 min (recuperación activa) en la posición de sentado o de supino. Los resultados mostraron que en posición sentada se produjo un inicial descenso de la HR, seguido de una disminución gradual de la HR, y esta respuesta fue similar al comparar recuperaciones activas con inactivas. El SV en posición sentada durante la recuperación inactiva disminuyó gradualmente al nivel pre-ejercicio de reposo, mientras que el SV durante la recuperación activa permaneció significativamente elevado. En contraste, en posición supino, la frecuencia cardíaca durante la recuperación activa disminuyó, pero permaneció significativamente más alta que en recuperación pasiva. Los cambios en la posición supina en el SV fueron similares entre recuperación activa y pasiva. Así, el mantenimiento del SV y de la HR provocó un mayor CO durante la recuperación activa que durante la inactiva, independientemente de la posición del cuerpo. La HR fue mayor durante la recuperación activa supina que durante la recuperación inactiva, no encontrando diferencias en SV. En conclusión, los datos sugieren que la bomba muscular es menos importante en la facilitación del retorno venoso y en la recuperación vagal en posición supina en comparación con la posición sentada.

Capacidad vasodilatadora de los miembros y capacitancia venosa en corredores entrenados y desentrenados

Limb vasodilation capacity and venous capacitance of trained runners and untrained males

Boutcher YN, Boutcher SH

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 15-jun, 2005

Los atletas entrenados aeróbicamente poseen una mayor capacidad vasodilatadora y una mayor capacidad venosa en los músculos entrenados. Sin embargo, no se conoce bien si esas capacidades también se dan en los músculos no entrenados. Esta investigación examinó la capacidad vasodilatadora y la capacidad venosa de músculos entrenados (piernas) y no entrenados (brazos) de 10 corredores entrenados y 10 hombres activos no entrenados de 18-35 años. Por pletismografía se determinó el estado basal y el pico de flujo sanguíneo después de 5 min de hiperemia reactiva. La capacidad venosa de antebrazo y piernas fue determinada como la diferencia entre el estado basal y 2 min de oclusión venosa a 50 mmHg. Los resultados mostraron como

durante la hiperemia reactiva los corredores alcanzaron mayor capacidad vasodilatadora en brazos y piernas en comparación con los no entrenados. Los entrenados también tuvieron una mayor capacidad venosa tanto en brazos como en piernas, en comparación con los no entrenados. Los hallazgos de este estudio muestran que la adaptación muscular en entrenados en carrera ocurre tanto en los músculos específicamente entrenados como en aquellos no entrenados.

La ferritina sérica como marcador de la potencial sobrecarga de hierro en atletas

Serum ferritin as a marker of potential biochemical iron overload in athletes

Lippi G, Schena F, Franchini M, Salvagno GL, Guidi GC

Clin J Sport Med 15: 356-358, 2005

Más allá de las manipulaciones hematológicas, la terapia con suplementación con hierro es común en atletas con el fin de contrabalancear la anemia fisiológica o patológica, y disminuir la disfunción fisiológica. Sin embargo, la utilización de terapia con hierro a veces causa una sobrecarga, que no está libre de riesgos metabólicos. Los autores midieron las concentraciones de ferritina sérica en reposo en sujetos sedentarios y en atletas. La ferritina sérica se evaluó en 60 hombres sedentarios controles, 80 ciclistas aficionados, 42 esquiadores de fondo profesionales y 88 ciclistas profesionales de carretera. La sobrecarga de hierro se valoró mediante la medida de ferritina sérica. Los resultados mostraron concentraciones de ferritina en controles de 112 ± 78 ng/mL, mientras que en ciclistas aficionados, esquiadores y ciclistas profesionales las concentraciones fueron de 127 ± 76 , 183 ± 130 y 332 ± 218 ng/mL, respectivamente. Los atletas profesionales mostraron concentraciones de ferritina significativamente más elevadas, mientras que los aficionados y los controles mostraron concentraciones similares. En conclusión, los atletas de resistencia aeróbica profesionales tienen concentraciones séricas de ferritina de 2 a 3 veces superiores que los atletas aficionados o los controles sedentarios, excediendo el umbral para el diagnóstico de sobrecarga de hierro bioquímico, con potenciales riesgos metabólicos.

Adaptación de la morfología del ventrículo izquierdo al entrenamiento a largo plazo en corredores de elite de sprint y resistencia aeróbica

Adaptation of left ventricular morphology to long-term training in sprint and endurance trained elite runners

Arrese AL, Carretero MG, Blasco IL

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 1-7 nov, 2005

No se han realizado estudios a largo plazo sobre las adaptaciones del ventrículo izquierdo (LV) con el entrenamiento. Se analizaron los ecocardiogramas de 41 corredores de elite (8 hombres y 6 mujeres corredores de sprint y 15 hombres y 12 mujeres de especialidad resistencia aeróbica), antes y después de 1, 2 y 3 años de entrenamiento. Se determinaron los cambios y la posible asociación entre el rendimiento y los valores del LV. El entrenamiento provocó un aumento del rendimiento y del diámetro interno del LV al final de la diástole (LVlDd) y un descenso del espesor del sep-

to interventricular al final de la diástole, así como de la pared posterior (PWTd). No se encontraron diferencias significativas en la masa del LV, ni en la fracción de eyección (LVEF%). Los cambios en PWTd se relacionaron con el alargamiento del LV. En atletas con inusual dilatación del LV (>60 mm), LVIDd se relacionó con el rendimiento y LVEF fue de >50%. El máximo espesor del septo interventricular fue de 13 mm en todos los atletas. Las adaptaciones del LV fueron independientes del sexo y tipo de entrenamiento, y se relacionaron con el nivel inicial de rendimiento. Los autores sugieren que las adaptaciones morfológicas del LV en corredores de elite es una adaptación fisiológica, y que el LVIDd es un predictor del rendimiento en corredores.

Respuestas del péptido N-terminal péptido natriurético pro-cerebral (NT-proBNP) y troponina I cardíaca (cTnI) en atletas recreacionales durante la competición de resistencia aeróbica

Responses of N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) and cardiac troponin I (cTnI) to competitive endurance exercise in recreational athletes

Vidotto C, Tschan H, Atamaniuk J, Pokan R, Bachl N, Muller MM

Int J Sports Med 26: 645-650, 2005

Este estudio se diseñó para investigar si el estrés de correr una media maratón puede inducir daño en células del miocardio o disfunción en el ventrículo izquierdo en atletas moderadamente entrenados de ambos géneros, mediante la valoración de las concentraciones plasmáticas post-carrera de distintos indicadores bioquímicos, y mediante la valoración ecocardiográfica. Se examinaron 12 atletas hombres (edad: $42,8 \pm 7,3$ años) y 13 atletas mujeres (edad: $39 \pm 6,5$ años) que completaron una media maratón. Se obtuvieron muestras de sangre antes de la carrera y 20 min y 2 h después de finalizar la misma, midiendo NT-proBNP y CtnI. Se realizó también un análisis ecocardiográfico en 14 sujetos en la semana posterior a la carrera. Los resultados mostraron que ambos marcadores mostraron cambios significativos después de la carrera, con valores en muchos casos fuera de los rangos de referencia convencionales para considerar daño cardíaco. Sin embargo, la ecocardiografía fue absolutamente normal. En resumen, el ejercicio aeróbico de resistencia de alta intensidad induce una elevación de marcadores bioquímicos específicos de daño cardíaco, que puede reflejar un daño miocárdico subclínico y transitorio, pero que también puede reflejar un proceso adaptativo fisiológico o reparador.

Función cardíaca después de una competición en mar abierto

Cardiac function after exhaustive open-sea swimming

Alexiou S, Kouidi E, Fahadidou-Tsiligioglou A, Karamouzis M, Doligiannis A

J Sports Med Phys Fitness 45: 98-104, 2005

Este estudio examinó los efectos agudos de una competición de 25 km en mar abierto sobre la función y morfología del ventrículo izquierdo (LV). Veintidós nadadores de elite ($22,3 \pm 4,1$ años) participaron en este estudio. Se realizaron dos ecocardiografías, así como electrocardiogramas, fonocardiogramas y dinámica del pulso carotideo, antes e inmediatamente después de la prueba de natación, para valorar la morfología

y función del ventrículo izquierdo, así como el flujo simpático cardiaco. Se determinaron también antes y después de la prueba las concentraciones plasmáticas de K, Na, Ca, a-ANP, renina, mioglobulina, CPK-MB y lactato. Los resultados mostraron que el ejercicio se asoció con una significativa reducción en el acortamiento fraccional del LV (-13%), fracción de eyección (-11%), volumen sistólico (-25%) y diámetro interno diastólico (-7%). En contraste, el índice cardiaco aumentó un 31%, y la resistencia periférica total un 7%. También aumentó el estrés de la pared del LV. Se encontró una correlación entre el aumento de la resistencia periférica, el incremento del estrés sobre la pared del LV y el descenso de la fracción de eyección. En contraste, no se encontró correlación entre el aumento del hematocrito y el descenso de la fracción de eyección. Inmediatamente después de la carrera, hubo un aumento del hematocrito (9%) y concentraciones plasmáticas de a-ANP (211%), renina (161%) y lactato (72%), mioglobulina (421%) y CPK-MB (141%). En conclusión, en atletas de elite, la natación prolongada en el tiempo se asocia con depresión de la función del LV, como sugiere el descenso del volumen sistólico, fracción de eyección y acortamiento fraccional del LV. Esta alteración es debida principalmente al aumento de la post-carga.

El ejercicio de correr con duración e intensidad variable: efectos sobre las células madre endoteliales en sujetos sanos

Running exercise of different duration and intensity: effect on endothelial progenitor cells in healthy subjects.

Laufs U, Urhausen A, Werner N, Scharhag J, Heitz A, Kissner G, Bohm M, Kindermann W, Nickenig G

Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 12:407-414, 2005

El aumento de células madre endoteliales (EPC) se asocia con la mejora de la función vascular. El ejercicio es el principal elemento de la prevención primaria de las enfermedades vasculares. No se conoce el efecto de la actividad física sobre las EPC circulantes en personas sanas. Se diseñó un estudio prospectivo transversal con objeto de estudiar la relación entre la actividad física y las EPC en humanos. Las EPC fueron cuantificadas mediante citometría de flujo y cultivo celular en 25 voluntarios sanos, sometidos a 3 tipos de protocolo de ejercicio de carrera: entrenamiento intensivo (30 minutos al 100 % de la velocidad en umbral anaeróbico individual (IAT), que supone aproximadamente el 82 % del consumo máximo de oxígeno (VO_2max); intensidad moderada, con 30 minutos al 80 % de la velocidad el IAT, aproximadamente el 68 % del consumo máximo de oxígeno (VO_2max). Se comprobó un incremento del número de EPC circulantes de $235 + 93\%$ y $263 + 106\%$ del nivel de control, respectivamente. Sin embargo, durante el ejercicio moderado de corta duración (10 minutos) no se observa modificación de la medida. El máximo incremento en el número de EPC circulantes se observaba después de la carrera intensiva. El ejercicio incrementaba la capacidad migratoria y la formadora de colonias celulares. Por tanto, como conclusión se establece que el ejercicio intenso y moderado de 30 minutos de duración, aunque no el de 10 minutos, incrementa el nivel circulatorio de EPC, que puede representar un importante beneficio. Los datos amparan la idea que este incremento se correlaciona con la salud cardiovascular y sugiere que la cuantificación de EPC podría ser una novedosa herramienta de valoración de los efectos del ejercicio sobre el sistema vascular.

Perfil lipídico en deportistas y no deportistas con peso graso semejante

Lipidemic profile of athletes and non-athletes with similar body fat.

Petridou A, Lazaridou D, Mougios V

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15: 425-432, 2005

Aunque se considera que el ejercicio regular mejora el perfil lipídico, no está claro si esto es debido al entrenamiento o a otras variables tales como el bajo porcentaje graso de los deportistas. Este estudio tenía como objetivo comparar el perfil lipídico de deportistas jóvenes delgadas y no deportistas con semejante contenido graso. Participaron 14 deportistas de resistencia y 14 sedentarios, varones. Se les extrajo 2 muestras de sangre: al comienzo y al final del programa de 7 días, durante el cual se fue apuntando el ejercicio realizado y la ingesta. Los deportistas tenían un gasto energético significativamente mayor, pero sin diferencias significativas con respecto a la composición de macronutrientes de la dieta. No se encontraron diferencias significativas en el nivel de triglicéridos, colesterol total, HDL-C ni LDL-C. Estos datos sugieren que deportistas y no deportistas con similar composición corporal no se diferencian en los perfiles lipídicos.

6

Respiratorio

Respuesta reológica sanguínea a la carrera y ciclismo: potencial efecto sobre la hipoxemia arterial de atletas entrenados

Blood rheological responses to running and cycling: a potential effect on the arterial hypoxemia of highly trained athletes?

Galy O, Hue O, Boussana A, Peyreigne C, Mercier J, Prefaut C

Int J Sports Med 26: 9-15, 2005

El objetivo de esta investigación fue investigar las respuestas hematológicas frente a un entrenamiento de alto volumen, y valorar el potencial efecto de esas respuestas sobre la hipoxemia arterial durante ejercicio submáximo corriendo y en bicicleta. Diez triatletas realizaron un test incremental, 20 min de carrera (R) y 20 min de bicicleta (C). Todas las sesiones fueron realizadas al 75% $\dot{V}O_{2max}$, y se valoraron antes y después de cada sesión los cambios en hematocrito (H), viscosidad de la sangre (etab), viscosidad del plasma (etapl), índice de rigidez eritrocitaria (Tk), cambios en el volumen plasmático (DeltaPV), capacidad de difusión pulmonar (DLco) y PaO₂. Se monitorizó de forma permanente la oximetría del pulso (SpO₂) y los datos cardiorrespiratorios. Los resultados mostraron un aumento significativo de etab, etapa y H, después de R y C con respecto a pre-ejercicio, mientras que la deltaPV descendió, con un mayor descenso después de C. Tk fue significativamente más alto después de R que después de C. Una significativa mayor caída en Dlco se observó después de C, en comparación con R. SpO₂ disminuyó significativamente más durante R, así como PaO₂. Los autores concluyeron que las respuestas reológicas de la sangre son específicas de la carrera y el ciclismo. El ciclismo induce un descenso del volumen plasmático, que podría explicar parcialmente la mayor alteración en Dlco. La carrera se caracterizó por un aumento en Tk, que podría estar implicado en la severidad de la caída en la oxigenación arterial observada.

Un nomograma para valorar el patrón respiratorio durante ejercicio en tapiz rodante

A nomogram for assessment of breathing patterns during treadmill exercise

Naranjo J, Centeno RA, Galiano D, Beaus M

Br J Sports Med 39: 80-83, 2005

El objetivo de la investigación fue valorar el patrón de respuesta respiratoria en atletas entrenados en diferentes condiciones. La hipótesis fue que el patrón de respuesta respiratorio durante una prueba de esfuerzo incremental en tapiz rodante es independiente del protocolo, al menos en personas sanas, y puede ser valorado por un nomograma. Un total de 43 hombres y 21 mujeres de diferentes modalidades deportivas participaron en el estudio, realizando uno de los dos protocolos diferentes (escalonado o en rampa) sobre el tapiz rodante. Los dos protocolos comenzaron a la misma velocidad y con el mismo incremento de la carga de trabajo. Durante el test, se analizó el intercambio gaseoso. Se compararon para una misma intensidad los valores de VE, frecuencia respiratoria (Bf), volumen corriente (Vt), Vt/Ti y Ti/Ttotal. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en los valores de Vt y Bf entre los dos protocolos, en hombres y mujeres, y a cualquier intensidad. Ti/Ttotal permaneció constante, mien-

tras que los aumentos de la VE se relacionaron significativamente con los aumentos de V_t/T_i . Se observó una relación curvilínea entre B_f y V_t , pudiendo ser expresada como una función exponencial con alta y significativa correlación. En conclusión, la expresión gráfica de V_t vs B_f es un nomograma útil para la valoración rutinaria de la respuesta ventilatoria durante el ejercicio en sujetos entrenados sanos.

Entrenamiento de los músculos respiratorios en la enfermedad obstructiva crónica: ¿músculos inspiradores, espiradores ó ambos?

Respiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease: inspiratory, expiratory, or both?

Weiner P, McConnell A

Curr Opin Pulm Med 11: 140-144, 2005

La mayoría de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) importante, tienen debilidad de los músculos respiratorios inspiradores y espiradores. Además, la hiperinflación induce debilidad funcional de los músculos inspiradores, aumento de la resistencia elástica al respirar y presión espiratoria final positiva intrínseca (PEEPi). Por tanto, es lógico esperar que estos pacientes puedan beneficiarse de entrenamientos específicos de los músculos inspiradores y espiradores (SIMT y SEMT, respectivamente). Sin embargo, los beneficios funcionales del SIMT parecen equívocos. En los últimos años, distintos estudios han demostrado que cuando se controla la carga de entrenamiento en SIMT, los beneficios son evidentes. El papel del SEMT no está claro. En recientes investigaciones bien controladas de SIMT en pacientes con EPOC, se ha observado una reducción de la disnea durante las actividades diarias y frente al ejercicio. Además, aumentaba la tolerancia al ejercicio, la capacidad de caminar, y por tanto la calidad de vida de los pacientes. Parece claro que se ha de considerar el SIMT como parte inherente a los programas de rehabilitación de estos pacientes. Aunque dos estudios recientes han observado beneficios del SEMT en pacientes con EPOC, no parece que esta modalidad de entrenamiento añada beneficios a los encontrados por SIMT. En resumen, los músculos respiratorios inspiradores y espiradores pueden ser específicamente entrenados mejorando la fuerza y la resistencia. La mejora en los músculos inspiradores se asocia con un alivio en la disnea, mejora de la tolerancia al ejercicio y calidad de vida. Cuando los músculos espiradores son entrenados específicamente, se ha observado un aumento significativo del rendimiento en el ejercicio, pero no parece que añada mayores efectos cuando también se entrenan los músculos inspiradores.

La hipoxemia arterial inducida por el ejercicio no es diferente entre ciclismo y carrera en triatletas

Exercise-induced arterial hypoxemia is not different during cycling and running in triathletes

Laursen PB, Rhodes EC, Langill RH, Taunton JE, McKenzie DC

Scand J Med Sci Sports 15: 113-117, 2005

Esta investigación examinó los efectos del ciclismo y la carrera sobre la hipoxemia arterial inducida por el ejercicio (EIAH) en sujetos bien entrenados en cada modalidad. Trece

triatletas (36 ± 5 años; 69 ± 8 kg; $12\pm 1\%$ grasa corporal) realizaron un test ergométrico progresivo hasta el agotamiento en tapiz rodante y cicloergómetro. Se realizó análisis del intercambio gaseoso, midiendo la saturación de la oxihemoglobina (SaO_2) mediante un oxímetro en oreja. En ejercicio máximo, el RER y el VE/VO_2 fueron más altos durante el ciclismo que en la carrera. Sin embargo, no hubo diferencias en máximo ejercicio en VO_2 , SaO_2 ($93.4\pm 2.8\%$ vs $92.6\pm 2.2\%$, respectivamente) o VE/CO_2 . En ejercicio submáximo, el VE/CO_2 fue menor durante el ciclismo que en carrera, pero este hecho no parece que tuvo efectos sobre la SaO_2 . En conclusión, la EIAH no fue significativamente diferente durante ciclismo y carrera en atletas bien entrenados en ambas modalidades.

Efectos del entrenamiento de los músculos inspiratorios sobre el máximo estado estable del lactato y la concentración de lactato en sangre

The effect of inspiratory muscle training upon maximum lactate steady-state and blood lactate concentration

McConnell AK, Sharpe GR

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 12-mar, 2005

Varios estudios han observado que las mejoras en el rendimiento de resistencia aeróbica después de un entrenamiento específico de los músculos respiratorios (RMT) estaban asociadas con un descenso de la concentración de lactato en sangre (LacB). En este estudio se examinó si el entrenamiento específico de los músculos inspiratorios (IMT) provocaba una mejora de la potencia desarrollada en cicloergómetro en relación al máximo estado estable del lactato (MLSS). Se utilizó un diseño doble ciego con grupo placebo, participando 12 sujetos sanos y distribuyéndolos aleatoriamente a un grupo experimental (IMT) o grupo control (placebo). Se identificó inicialmente la potencia desarrollada correspondiente al MLSS utilizando un protocolo de mínimo lactato, después de series de ejercicio de 29,5 min de duración a distintas intensidades. El MLSS fue reevaluado después de 6 semanas de entrenamiento en ambos grupos. Los resultados mostraron un aumento significativo (26%) en la presión inspiratoria pico de los músculos respiratorios en el grupo IMT, sin cambios en el grupo placebo. La potencia de trabajo correspondiente al MLSS no se modificó en ningún grupo después de la intervención. Después de IMT, la LacB disminuyó significativamente en MLSS en el grupo IMT ($-1,17\pm 1,01$ mmol/l) después de 29,5min de ejercicio, permaneciendo sin cambios en el grupo placebo. Los datos coinciden con hallazgos previos de descensos en la LacB después de IMT en una determinada intensidad de ejercicio. El hecho de que el descenso en LacB no se asociara con un aumento sustancial ($>2,5\%$) en la carga de trabajo correspondiente al MLSS es un nuevo hallazgo que sugiere que las mejoras en la tolerancia al ejercicio del RMT y las reducciones que provoca en la LacB no están necesariamente vinculadas a un aumento en el "umbral láctico".

La fuerza de los músculos respiratorios puede explicar el descenso de la capacidad vital inducido por la hipoxia

Respiratory muscle strength may explain hypoxia-induced decrease in vital capacity

Deboeck G, Moraine JJ, Naeije R

104 *Med Sci Sports Exerc* 37: 754-758, 2005

La exposición a la altura provoca un descenso de la capacidad vital forzada (FVC), pero los mecanismos que justifican esta observación no han sido aclarados. Los autores investigaron la posible contribución de la hipoxia al descenso de la fuerza de los músculos respiratorios. Se evaluaron las presiones máximas inspiratorias y espiratorias (MIP y MEP), la presión nasal de aspiración inspiratoria (SNIP), FVC, flujo espiratorio pico (PEF) y FEV1, en 15 sujetos sanos, antes y después de 1, 6 y 12 h de exposición a una altura equivalente de 4267 m en cámara hipobárica. Los resultados mostraron como la hipoxia se asoció con un descenso progresivo en FVC ($5,59 \pm 0,24$ a $5,24 \pm 0,26$ l), MIP (130 ± 10 a 114 ± 8 cm H₂O), MEP (201 ± 12 a 171 ± 11 cm H₂O) y SNIP (125 ± 7 a 98 ± 7 cm H₂O). MIP, MEP y SNIP se correlacionaron significativamente con FVC. FEV1 no cambió, y PEF aumentó menos que lo predicho por la reducción de la densidad del aire (11-20% del valor de nivel del mar, en comparación con el 32% predicho). En conclusión, el descenso en la fuerza de los músculos respiratorios puede contribuir al descenso en la FVC observado a elevada altura.

Efectos del entrenamiento simultáneo de músculos inspiratorios y espiratorios sobre el rendimiento respiratorio y deportivo en nadadores de competición

Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers

*Wells GD, Plyley M, Thomas S, Goodman L, Duffin J
Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 8-jun, 2005*

La eficiencia del sistema respiratorio presenta limitaciones en la capacidad del organismo en la realización de ejercicio debido a los efectos del aumento de trabajo de los músculos respiratorios, fatiga muscular respiratoria y disnea. El entrenamiento de los músculos respiratorios es una intervención que puede ser capaz de atenuar esas limitaciones, pero el impacto del entrenamiento de los músculos respiratorios sobre el rendimiento deportivo permanece controvertido. En este estudio se evaluó los efectos de 12 semanas (10 sesiones/semana) de entrenamiento simultáneo de músculos inspiratorios y espiratorios (CRMT) en 34 adolescentes nadadores de competición. El programa CRMT consistió en 6 semanas durante las que el grupo experimental (E, n=17) realizó CRMT, mientras que el grupo de simulación (S, n=17) realizó entrenamiento de simulación; en las seis semanas siguientes, los dos grupos realizaron CRMT a diferentes intensidades. Los resultados mostraron que el CRMT provocó un significativo aumento en el FEV1 y el volumen inspiratorio forzado en el primer segundo (FIV1) en el grupo E, excediendo significativamente a los resultados del grupo S. Mejoras significativas de la función pulmonar, potencia respiratoria y umbral de ventilación quimiorreflejo se observaron en ambos grupos, habiendo detectado una tendencia en la mejora de la velocidad crítica de nado después de las 12 semanas de entrenamiento ($p=0,08$). En conclusión, aunque el entrenamiento de natación produce una atenuación de la respuesta ventilatoria a la hipercapnia y una mejora de la función pulmonar, así como de la potencia respiratoria sostenible, el entrenamiento suplementario de los músculos respiratorios no parece tener efectos adicionales excepto en lo referente a las variables de función pulmonar dinámica.

Efecto de la hiperoxia sobre el VO₂max en sujetos con hipoxemia arterial inducida por el ejercicio

Effect of hyperoxia on maximal O₂ uptake in exercise-induced arterial hypoxaemic subjects

Grataloup O, Prieur F, Busso T, Castells J, Favier FB, Denis C, Benoit H

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 8-jun, 2005

Esta investigación estudió los efectos de la hiperoxia sobre el VO₂max y la máxima potencia aeróbica (Pmax) en sujetos que cursaban hipoxemia inducida por el ejercicio (EIH) a nivel del mar. Dieciséis ciclistas de competición (VO₂max: >60 ml/kg/min) realizaron una prueba de esfuerzo con protocolo en rampa en normoxia e hiperoxia moderada (FIO₂ = 30%). Después de la sesión normóxica, los sujetos se distribuyeron en dos grupos en relación a la presentación o no de EIH (desaturación arterial de oxígeno >5%) durante el ejercicio. En condiciones de hiperoxia, la SaO₂ aumentó, y el incremento fue mayor para los EIH que para el grupo de no-EIH (p<0,001). El VO₂max aumentó en ambos grupos, en mayor extensión en el grupo EIH, y el aumento se correlacionó con la ganancia en SaO₂ en todos los sujetos. La Pmax aumentó un 3,3% independientemente del grupo. Los datos sugieren que el intercambio de gases en pulmón contribuye a la limitación del VO₂max y de la Pmax, especialmente en los sujetos que desarrollan EIH.

Comparación de la fatiga muscular respiratoria después del ejercicio máximo en hombres y mujeres entrenados moderadamente

A comparison of inspiratory muscle fatigue following maximal exercise in moderately trained males and females

Ozkaplan A, Rhodes EC, Sheel AW, Taunton JE

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 23-jun, 2005

Se ha descrito fatiga de los músculos respiratorios inducida por el ejercicio (IMF) en hombres pero los estudios realizados con mujeres son escasos. No se conoce si existe alguna diferencia ligada al sexo en la fuerza de los músculos respiratorios en relación al ejercicio, como ocurre en los músculos locomotores. Por tanto, la relación entre fatiga y la recuperación de la presión inspiratoria máxima (MIP) después del ejercicio realizado hasta el VO₂max fue examinado en un grupo de hombres y mujeres moderadamente entrenados. Dieciocho hombres (23±3 años) y 16 mujeres (23±2 años) realizaron diez MIP y 10 valoraciones de fuerza de presa de mano (HG) para establecer el estado previo basal. Posteriormente se valoraron MIP y HG inmediatamente después de un ejercicio de intensidad progresiva en cicloergómetro, así como en recuperación (1, 2, 3, 4, 5, 10 y 15 min). Los resultados mostraron que el VO₂max relativo al peso corporal no fue diferente entre hombres y mujeres. Los hombres tuvieron valores absolutos más elevados en MIP en todas las mediciones. Inmediatamente después del ejercicio, la MIP se redujo en ambos grupos, pero los valores HG no fueron distintos del estado base. Los valores de MIP permanecieron bajos en ambos grupos hasta los 15 min de recuperación. No se detectaron diferencias significativas entre hombres y mujeres en los valores de MIP en ninguna de las mediciones efectuadas. En resumen, la fatiga de los músculos inspiratorios inducida por el ejercicio tiene el mismo patrón de evolución en hombres y en mujeres.

Influencia de la limitación del flujo espiratorio durante el ejercicio sobre el sistema de cesión de oxígeno sistémico en humanos

Influence of expiratory flow-limitation during exercise on systemic oxygen delivery in humans
Aliverti A, Dellaca RL, Lotti P, Bertini S, Duranti R, Scano G, Heyman J, Lo Mauro A, Pedotti A, Mac

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 5-ago, 2005

Para determinar los efectos del ejercicio realizado con limitación del flujo espiratorio (EFL) sobre la cesión sistémica de oxígeno, siete sujetos realizaron un test incremental con y sin EFL a 0,8 l/s (mediante un sistema de aumento de la resistencia en la línea de la espiración del sistema), determinando potencia de trabajo máxima en condiciones control (Wmax-C) y EFL (Wmax-E). Los resultados mostraron que Wmax-E fue un 62,5% de Wmax-C, y que el ejercicio con EFL disminuyó el umbral ventilatorio. En un tercer test, después de realizar 4 min a Wmax-E sin EFL, se impuso EFL, continuando el ejercicio otros 4 min o hasta el agotamiento. Se midió el VO₂ en los últimos 90 s del control, y en los primeros 90 min de EFL. Asumiendo que el contenido arterio-venoso de O₂ permaneció constante inmediatamente después de imponer el EFL, se utilizó fórmula para calcular el gasto cardíaco (Q). Los resultados mostraron un descenso del Q debido a una disminución del volumen sistólico del 10% con EFL. Además, la saturación arterial de O₂ disminuyó un 5%, las presiones abdominales, pleurales y alveolares aumentaron, y el ciclo completo disminuyó un 43%. En conclusión, se produjo un descenso del retorno venoso secundario a elevadas presiones espiratorias, con un descenso en la cesión de oxígeno a los músculos ejercitantes del 15% aproximadamente.

Espiración de óxido nítrico durante ejercicio en normoxia e hipoxia en atletas de resistencia

Exhaled nitric oxide during normoxic and hypoxic exercise in endurance athletes

Verges S, Flore P, Favre-Juvin A, Levy P, Wuyam B

Acta Physiol Scand 185: 123-131, 2005

El óxido nítrico (NO) endógeno produce un efecto de relajación de las células musculares lisas que puede afectar al intercambio gaseoso, así como a la modulación de la vasoconstricción pulmonar a la hipoxia. Debido a que los atletas con hipoxemia inducida por el ejercicio (EIH) presentan anomalías en el intercambio gaseoso en normoxia, que pueden ser mayores en hipoxia, los autores hipotetizan que el NO pulmonar puede ser menor en atletas con EIH. Once atletas con EIH Descenso de la PaO₂ > 12 mmHg) y nueve sin EIH (NEIH) realizaron ejercicio al 40%, 60% (10 min) y 90% (5 min) a pico de potencia máxima (Pmax) obtenido en normoxia, y al 40% y 60% (10 min) de Pmax en hipoxia (FIO₂ : 15%). Se midió la concentración espirada de NO durante espiración de flujo constante (FENO), y la concentración de gases arteriales en cada potencia de trabajo desarrollada. Los resultados mostraron que la FENO disminuyó del reposo al ejercicio, tanto en normoxia (-27,8% al 90% Pmax), como en hipoxia (-23,8% al 60%

Pmax). Al 90% Pmax en normoxia, los atletas EIH mostraron menores valores de PaO₂ y mayores descensos de FENO que los atletas NEIH. Durante el ejercicio en hipoxia, la PaO₂ y FENO disminuyeron de forma similar en ambos grupos. En conclusión, este estudio mostró menores valores de NO pulmonar en atletas con alteraciones en el intercambio gaseoso durante ejercicio intenso en normoxia, mientras que no hubo diferencias entre atletas EIH y NEIH en hipoxia. El descenso del NO pulmonar en esas condiciones puede contribuir a la alteración de la relación ventilación-perfusión y/o al aumento del tono vascular pulmonar en atletas.

Efectos de la inhalación de broncodilatadores y corticosteroides sobre la hipoxemia arterial inducida por el ejercicio en atletas varones entrenados

Effects of inhaled bronchodilators and corticosteroids on exercise induced arterial hypoxaemia in trained male athletes

Hodges AN, Lynn BM, Koehle MS, McKenzie DC

Br J Sports Med 39: 917-920, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto preventivo de un tratamiento con broncodilatadores y antiinflamatorios inhalados sobre la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) en atletas entrenados no asmáticos, con hipoxemia arterial inducida por el ejercicio (EIAH). Nueve atletas entrenados (edad: 26,3 años; VO₂max: 62,3 ml/kg/min; SaO₂min: 92,5±1,1%), sin historia personal de asma fueron evaluados en dos condiciones experimentales. Se administró o bien una combinación de dosis terapéutica de salbutamol y fluticasona, o bien un placebo inerte, mediante un diseño aleatorio cruzado, durante 7 días antes de las pruebas de esfuerzo en cicloergómetro. Durante los test se monitorizaron el VO₂, la VE (l/min), frecuencia cardiaca (HR), potencia de trabajo (W) y SaO₂. Los resultados mostraron ausencia de diferencias entre el tratamiento con placebo (P) y el tratamiento con medicamentos (D) para los valores mínimos de PaO₂ (93±1% vs 93,6±1,4%). Tampoco hubo diferencias significativas en el resto de las variables estudiadas. En conclusión, una dosis terapéutica de salbutamol y fluticasona no atenuó el EIAH durante una cicloergometría de carácter máximo en un grupo de atletas entrenados no asmáticos.

¿Es la hipoxemia arterial inducida por el ejercicio en triatletas dependiente de la modalidad del ejercicio?

Is exercise-induced arterial hypoxemia in triathletes dependent on exercise modality?

Galy O, Le Gallais D, Hue O, Boussana A, Prefaut C

Int J Sports Med 26: 719-726, 2005

Para determinar si la modalidad de ejercicio afecta a la hipoxemia arterial (EIAH) durante el ejercicio, 13 triatletas realizaron 20 min de ciclismo (C), seguidos por 20 min de carrera (R): C-R, y dos semanas después, 20 min de R seguidos de 20 min de C: R-C. Cada sesión la intensidad seleccionada se situó ligeramente por enci-

ma del umbral ventilatorio (aprox. 75% VO_2max). Se analizó el intercambio gaseoso de la ventilación, así como la presión arterial de oxígeno (PaO_2) después de cada segmento (C ó R), monitorizando de forma continua la saturación de la oxihemoglobina arterial (SpO_2) por oximetría de pulso. Los resultados mostraron que la tasa metabólica (VO_2) fue similar entre modalidades de ejercicio y sesiones. EIAH mostró más severidad después de R en comparación con C, independientemente del orden de realización del ejercicio. El patrón respiratorio de R fue diferente que el observado en C, con una mayor frecuencia respiratoria y menor volumen corriente en C, independientemente del orden establecido. En conclusión, la EIAH fue mayor durante la carrera que en ciclismo para similar tasa metabólica, pudiendo entonces considerar que la EIAH puede ser dependiente de la modalidad de ejercicio desarrollado.

7

Endocrino

Relación entre las hormonas de estrés y la testosterona en el ejercicio de resistencia aeróbica prolongado

Relationship between stress hormones and testosterone with prolonged endurance exercise

Daly W, Seegers CA, Rubin DA, Dobridge JD, Hackney AC

Eur J Appl Physiol 93: 375-380, 2005

Estudios previos han encontrado una relación negativa entre los niveles circulantes de testosterona y de algunas hormonas de estrés (ej. cortisol y prolactina). Esta relación ha sido utilizada como hipótesis para explicar los niveles basales de testosterona subclínicos en atletas de resistencia varones. El objetivo de esta investigación fue examinar la relación entre los niveles de testosterona libre y total con el cortisol y la prolactina, después de un ejercicio de resistencia aeróbica prolongado. Veintidós atletas de resistencia corrieron a una intensidad correspondiente al 100% del umbral ventilatorio (VT) en tapiz rodante hasta la fatiga. Se obtuvieron muestras de sangre antes del ejercicio (B0), en el momento de la fatiga (FO), y a los 30 min (F30), 60 min (F60) y 90 min (F90) de recuperación, así como 24 h (P24h) después de finalizado el ejercicio. Los resultados mostraron que en FO, el ejercicio (duración media de 84 min) provocó cambios desde B0 en los niveles de testosterona total, cortisol y prolactina. Esas hormonas se mantuvieron elevadas en F30, pero en F60 solo el cortisol y la prolactina se mantuvieron elevadas respecto a B0. En F90, ni el cortisol ni la prolactina se mantuvieron elevados, pero la testosterona libre y la total se mantuvieron reducidas respecto a B0. En P24 h, el cortisol, la testosterona libre y la total se mantuvieron en niveles menores respecto a B0. Se observó una relación negativa entre la respuesta pico del cortisol (en F30) vs testosterona total (en F90; $r = -0,53$, $p < 0,05$; y en P24h; $r = -0,60$, $p < 0,01$). No se observaron correlaciones significativas entre los niveles de prolactina respecto a la testosterona total o libre. En conclusión, los hallazgos del estudio refuerza la hipótesis que sugiere una relación en atletas de resistencia aeróbica, entre los bajos niveles de testosterona en reposo y las hormonas de estrés, respecto al cortisol.

La concentración plasmática de adiponectina se altera después del ejercicio de carácter máximo en remeros entrenados

Adiponectin is altered after maximal exercise in highly trained male rowers

Jurimae J, Purge P, Jurimae T

Eur J Appl Physiol 93: 502-505, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar la respuesta de la adiponectina plasmática al ejercicio en remeros entrenados. Diez remeros realizaron una prueba de 6000 m en un remoergómetro (aproximadamente 20min), obteniendo muestras de sangre venosa antes, inmediatamente después y a los 30 min de finalizar la prueba. También se midieron las concentraciones plasmáticas de insulina, leptina, hormona del crecimiento y glucosa. Los resultados no mostraron cambios significativos en los valores de adiponectina inmediatamente después del ejercicio, cuando no se corrigieron los valores en función de las modificaciones del volumen plasmático. Sin embargo, la adiponectina disminuyó su concentración al ajustar con los cambios del volumen plasmático (-11,3%; $p < 0,05$). Por otra parte, la concentración de adiponectina aumentó

significativamente después de 30 min de recuperación en relación a los valores pre-ejercicio. No hubo modificaciones ni en la leptina, ni en la insulina plasmáticas. La hormona del crecimiento y la glucosa aumentó y disminuyó al finalizar el ejercicio y en recuperación, respectivamente; estas diferencias desaparecieron al corregir los valores en relación a las modificaciones del volumen plasmático. No se observaron relaciones entre los cambios en las concentraciones de adiponectina, respecto a las otras variables estudiadas. Los resultados sugieren que la adiponectina plasmática se altera como resultado del ejercicio de máxima intensidad en atletas entrenados.

Alcalosis y respuesta de las catecolaminas plasmáticas al ejercicio de alta intensidad en hombres

Alkalosis and the plasma catecholamine response to high-intensity exercise in man

Bracken RM, Linnane DM, Brooks S

Med Sci Sports Exerc 37: 227-233, 2005

El objetivo de este estudio fue examinar la respuesta de la dopamina plasmática a un ejercicio de alta intensidad y corta duración, e investigar la magnitud de la respuesta de la dopamina (DA), noradrenalina (NE) y adrenalina (EPI) a este ejercicio después de una alcalosis inducida. Ocho sujetos fueron distribuidos en grupos: PLAC (0,3 g/kg CaCO_3 + 1 g NaCl), 0,3CIT (0,3 g/kg de citrato sódico) ó 0,5CIT (0,5 g/kg de citrato sódico). Una hora después de la toma, los sujetos realizaron un test de 2 min en bicicleta al 110% VO_2max , evaluándose la concentración de catecolaminas en sangre. Los resultados mostraron un aumento del pH sanguíneo (sangre venosa antecubital) y del exceso de base (BBE) después de la ingesta de citrato sódico. Todos los valores de pH y BBE obtenidos después del ejercicio fueron mayores después de la ingesta de citrato. El ejercicio de alta intensidad no afectó a la concentración de DA de reposo. Las concentraciones pico de NE y EPI se obtuvieron inmediatamente después del ejercicio, permaneciendo elevadas 5 min después de finalizar. La magnitud de la respuesta al ejercicio de DA, NE y EPI no se modificó por la toma de citrato sódico. En conclusión, esta investigación demostró que la realización de un ejercicio de alta intensidad y corta duración no alteró la concentración sanguínea de DA. Además, la alcalosis inducida no parece tener influencia en la respuesta al ejercicio de las concentraciones de DA, NE ó EPI.

El ejercicio de resistencia aeróbica previo atenúa la respuesta de la hormona del crecimiento en un posterior ejercicio de fuerza

Prior endurance exercise attenuates growth hormone response to subsequent resistance exercise

Goto K, Higashiyama M, Ishii N, Takamatsu K

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 16-feb, 2005

Esta investigación examinó la influencia de un ejercicio de resistencia aeróbico previo sobre la respuesta hormonal a una sesión de ejercicio de fuerza. Diez hombres realizaron ejercicio en un cicloergómetro al 50% VO_2max durante 60min, y posteriormente completaron una sesión de ejercicios de fuerza (*press* de piernas y brazos: 4 series de 10 repeticiones máximas, con un reposo entre series de 90s). Alternativamente, los

sujetos realizaron el protocolo otro día diferente con el ejercicio aeróbico previo limitado a 5min. Se obtuvieron muestras de sangre antes y después del ejercicio de resistencia aeróbico, y 10, 20 y 30min después del ejercicio de fuerza. Los resultados mostraron que el momento máximo isométrico, medido antes y después de los ejercicios de resistencia aeróbica y fuerza, no mostró diferencias significativas entre protocolos. No reencontraron diferencias significativas en la concentración de glucosa, lactato, testosterona y cortisol entre protocolos, pero los ácidos grasos libres (FFA) y la hormona de crecimiento (GH) aumentaron $p < 0,01$ y $p < 0,05$, respectivamente, después de los 60min de ejercicio aeróbico. Por otra parte, después del ejercicio de fuerza, la GH se atenuó después de realizar 60min de ejercicio previo aeróbico. Los resultados indican que la respuesta de la GH al ejercicio de fuerza es atenuada por la realización previa de ejercicio aeróbico. Este efecto quizás sea causado por el aumento en la concentración sanguínea de FFA al comienzo de la sesión de ejercicio de fuerza.

Una sola sesión de ejercicio de fuerza aumenta la sensibilidad a la insulina durante 24 h al menos, en hombres sanos

A single session of resistance exercise enhances insulin sensitivity for at least 24h in healthy men
Koopman R, Manders RJ, Zorenc AH, Hul GB, Kuipers H, Keizer HA, van Loon LJ
Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 11-mar, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si una sola sesión de ejercicio de fuerza mejoraba la sensibilidad a la insulina en hombres sanos durante un periodo de 24 h. Doce sujetos (23 ± 1 años) fueron estudiados durante un periodo de 4 días durante los que consumieron una dieta estándar que aportaba $0,16 \pm 0,01$ MJ/kg/día, correspondiendo a proteínas un $15 \pm 0,1\%$ de la energía, a grasas un $29 \pm 0,1\%$ y a hidratos de carbono un $55 \pm 0,3\%$. La sensibilidad a la insulina fue determinada 24h antes y 24h después de una única sesión de ejercicio de fuerza (8 series de 10 repeticiones al 75% 1RM de dos ejercicios con piernas). El índice de sensibilidad a la insulina se calculó por el descenso de la concentración de glucosa en sangre arterial después de la administración intravenosa de insulina humana. Los resultados mostraron que la concentración de glucemia e insulina basales no se modificaron en las 24h siguientes al ejercicio de fuerza. Sin embargo, se observó una mejora del $13 \pm 5\%$ en la sensibilidad a la insulina en las 24 h posteriores al ejercicio de fuerza. Este estudio muestra que incluso una única sesión de entrenamiento de fuerza mejora la sensibilidad del organismo a la insulina durante 24h en sujetos sanos, hallazgo que coincide con los resultados observados anteriormente con el entrenamiento de resistencia aeróbica.

Respuesta hormonal a 100 km de esquí de fondo en dos días

Hormonal responses to 100 km cross-country skiing during 2 days
Vaananen I, Vasankari T, Mantysaari M, Vihko V
J Sports Med Phys Fitness 44: 309-314, 2004

El objetivo de esta investigación fue valorar los niveles de reposo y la respuesta hormonal aguda de testosterona, cortisol, LH y FSH a un ejercicio de esquí en días sucesivos. Los diez participantes ($34,8 \pm 9,7$ años; BMI: $23 \pm 1,5$ kg/m²) en esta investigación

realizaron 50 km de esquí de fondo en dos días sucesivos, recorriendo una distancia total de 100 km. Antes y después de la carrera se obtuvieron muestras de sangre venosa, así como una semana después de finalizar la misma, determinando las concentraciones de testosterona, cortisol, LH y FSH. Los resultados mostraron una reducción de la testosterona del 20% después de los 2 días de ejercicio. La LH disminuyó después de la primera carrera un 37% y después del segundo día un 44%. La secreción de FSH se mantuvo estable, y el cortisol aumentó 2,2 veces y 2,6 veces, después de la 1ª y 2ª carreras, respectivamente. En conclusión, después de la segunda carrera de esquí de fondo se demostraron cambios en las concentraciones séricas de testosterona, LH y cortisol, sin modificaciones en las de FSH. Este comportamiento ha de tenerse en cuenta para competiciones prolongadas de resistencia aeróbica en esquí, especialmente para aquellas que no tienen día de descanso entre las competiciones.

Respuesta de la hormona del crecimiento a repetidas sesiones de sprint con diferentes periodos de recuperación entre sesiones

Human growth hormone responses to repeated bouts of sprint exercise with different recovery periods between bouts

Stokes K, Nevill M, Frystyk J, Lakomy H, Hall G

J Appl Physiol (epub ahead of print) 26-may, 2005

Este estudio examinó la respuesta de la hormona del crecimiento (GH) a sesiones repetidas de sprint en bicicleta. Ocho sujetos sanos completaron tres sesiones que consistieron en 2 sprint de 30 s sobre cicloergómetro separados entre ellos por 60 min (Protocolo A) ó 240 min (Protocolo B) de recuperación, y un único sprint de 30 s llevado a cabo el día después del Protocolo B (Protocolo C). Los protocolos A y B tuvieron una separación de siete días entre ellos. Se obtuvieron muestras de sangre en reposo y durante la recuperación de todos los sprint. En el protocolo A, la GH aumentó inmediatamente antes del sprint 2, y no hubo un mayor aumento de la GH después del 2º sprint. La IGF-I mostró una tendencia de menores valores justo antes del sprint 2, frente al sprint 1. Los ácidos grasos libres (FFA) no fueron diferentes inmediatamente antes de cada sprint. En el protocolo B, se observó una tendencia de una menor respuesta de la GH al segundo sprint. La IGF-I mostró tendencia a ser menor, y los FFA tendieron a valores mayores, inmediatamente antes del sprint 2, frente al sprint 1. No hubo diferencias en la respuesta de la GH al sprint en días consecutivos (Protocolo B y C). En conclusión, repetidas sesiones de sprint en bicicleta en el mismo día provocan una atenuación o incluso desaparición del aumento de la GH inducido por el ejercicio, en dependencia con el intervalo de recuperación entre los sprint.

La composición corporal se relaciona con el aumento de las concentraciones de adiponectina plasmática más que con el entrenamiento en jóvenes obesos

Body composition is related to increased in plasma adiponectin levels rather than training in young obese men

Hara T, Fujiwara H, Nakao H, Mimura T, Yoshikawa T, Fujimoto S

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 8-jun, 2005

Los autores valoraron los principales factores que regulan los niveles de adiponectina plasmática y la influencia del entrenamiento físico sobre los niveles de adiponectina plasmática en jóvenes obesos (19,2±1,1 años; BMI: 31,1±4,2; %grasa: 27,2±3,9%). Los sujetos fueron distribuidos en tres grupos (grupo aeróbico, AE, n=7; grupo aeróbico y de fuerza, AE+RE, n=7; grupo control, C, n=7). El grupo AE realizó un entrenamiento de 8 semanas (3 veces/semana, >30 min de ejercicio aeróbico en umbral ventilatorio, VT). El grupo AE-RE realizó un entrenamiento de fuerza 2-3 veces/semana, junto con el entrenamiento aeróbico descrito durante 5 meses. Antes de la intervención, los niveles de adiponectina se correlacionaban significativamente con el %grasa. El %grasa corporal fue un predictor independiente de los niveles de adiponectina basal. Después de la intervención, la masa grasa y el VT mejoraron en AE. El grupo AE+RE redujo significativamente el peso, BMI, %grasa corporal y masa grasa, mejorando también el VT. No se modificaron los niveles de insulina en ambos grupos. El grupo control no exhibió cambios significativos en ninguna variable evaluada. Aunque los niveles de adiponectina no se modificaron en los tres grupos, se encontró una correlación negativa entre delta masa de grasa y delta niveles de adiponectina. Además, el delta %grasa fue un predictor independiente de los niveles de delta adiponectina. Estos hallazgos indican que para el aumento de adiponectina, la mejora de la composición corporal de jóvenes obesos es más importante que el tipo de entrenamiento desarrollado.

Influencia de la duración del ejercicio sobre la respuesta hormonal esteroidea post-ejercicio en hombres entrenados

Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males

Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 8-jun, 2005

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la duración del ejercicio de resistencia aeróbica sobre la concentración hormonal en sujetos varones, controlando la intensidad y estado de entrenamiento. Ocho sujetos bien entrenados (19-49 años) realizaron una sesión de control y tres carreras en tapiz rodante de 40, 80 y 120 min al 55% VO₂max. Se obtuvieron muestras de sangre antes de la sesión y después de 1, 2, 3 y 4 h de comenzar el ejercicio. Se analizaron las concentraciones plasmáticas de LH, sulfato de dehidroepiandrosterona (DHEAS), cortisol y testosterona libre y total. Los resultados mostraron como la LH fue mayor en reposo en comparación con las sesiones de carrera. Tanto la testosterona libre como la total aumentaron en la primera hora de las carreras de 80 y 120 min, mostrando una tendencia a descenso progresivo en las siguientes 3 h. La DHEAS aumentó de forma dosis respuesta con un mayor incremento durante la carrera de 120 min, seguida de la de 80 min. El cortisol solo aumentó en respuesta a la carrera de 120 min, mostrando un descenso a lo largo del tiempo en las otras sesiones. La relación de hormonas anabólicas (testosterona y DHEAS) frente al cortisol fue mayor durante la sesión de control y en la de 40min, en comparación con las sesiones de 80 y 120min. Los resultados indican que la duración del ejercicio tuvo efectos independientes sobre la respuesta hormonal al ejercicio

de resistencia aeróbica. A baja intensidad, la mayor duración de la carrera es necesaria para estimular el aumento de la concentración de testosterona, DHEAS y cortisol, y más allá de 80min de carrera hay una tendencia de ambiente hormonal catabólico.

Impacto del estrés metabólico sobre las respuestas hormonales y adaptaciones musculares

The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations

Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K

Med Sci Sports Exerc 37: 955-963, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar el impacto del estrés metabólico inducido por el ejercicio sobre las respuestas hormonales y las adaptaciones musculares crónicas. Se compararon los efectos agudos y a largo plazo de un “régimen NR” (no reposo) y de otro WR (con periodo de reposo en una serie). Veintiséis sujetos fueron asignados aleatoriamente a NR, n=9; WR, n=9 ó a un grupo control, CON, n=8. El régimen NR consistió en 3-5 series de 10 repeticiones a 10RM, con un periodo de descanso entre series de 1 min. En el régimen WR, los sujetos completaron el mismo protocolo, pero realizaron 30 s de reposo en el punto medio de cada serie de ejercicios, en orden a reducir el estrés metabólico inducido. Se midieron la respuesta hormonal después de 12 semanas de entrenamiento. Los resultados mostraron que el régimen NR indujo un aumento importante de lactato, GH, adrenalina (A) y noradrenalina (NA), mientras que el régimen WR no lo hizo. Ambos regímenes no provocaron cambios en la testosterona. Después de 12 semanas de entrenamiento, el régimen NR causó mayores aumentos en 1RM, fuerza máxima isométrica y resistencia muscular en la extensión de la rodilla, que el régimen WR. El grupo NR mostró un marcado aumento del área transversal del músculo, mientras que ni WR, ni CON indujeron esos cambios. Los resultados sugieren que el estrés metabólico inducido por el ejercicio está asociado con respuestas de la GH, A y NA, así como de adaptaciones musculares después del entrenamiento de fuerza.

Efecto de la duración del ejercicio sobre la concentración de endotelina plasmática

Effect of exercise duration on plasma endothelin concentration

Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, Pate RR, Bodary PF, Durstine JL

J Sports Med Phys Fitness 45: 419-423, 2005

La endotelina (ET) es un potente péptido vasoconstrictor liberado fundamentalmente desde las células endoteliales. Las sesiones de ejercicio de larga duración (>30 min) producen aumentos de la concentración de endotelina plasmática, mientras que los ejercicios de menor duración usualmente no lo producen. El objetivo de esta investigación fue verificar el efecto de la duración del ejercicio a una carga estable de trabajo sobre la concentración de endotelina plasmática. Once corredores de resistencia aeróbica ($VO_2\max = 56 \pm 7$ ml/kg/min) corrieron sobre un tapiz rodante al

70% VO_2max en dos ocasiones separadas al menos por 2 semanas. Durante la sesión de corta duración, los sujetos gastaron aproximadamente 3360 KJ (60 ± 2 min), mientras que durante la sesión de larga duración los sujetos gastaron aproximadamente 6300 KJ (112 ± 4 min). Los resultados mostraron que la sesión de corta duración no provocó incrementos de la endotelina plasmática, y sin embargo en 10 de los 11 sujetos se observó un aumento de la ET después de la sesión de larga duración. En conclusión, los resultados demuestran un efecto de la duración del ejercicio sobre la concentración plasmática de ET. La duración del ejercicio es por tanto, una consideración especial cuando se investigue el efecto del ejercicio sobre la ET plasmática.

8

Riñón

Función renal y volumen plasmático después de ciclismo de ultra resistencia

Renal function and plasma volume following ultramarathon cycling

Neumayr G, Pfister R, Hoernagl H, Mitterbauer G, Prokop W, Joannidis M

Int J Sports Med 26: 2-8, 2005

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos renales y hematológicos del ciclismo de ultra resistencia en los mejores ciclistas del mundo de la especialidad. Se valoraron las concentraciones de creatinina (CR), urea, hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto) y volumen plasmático (PV) en 16 ciclistas durante una carrera de 525 km, con una diferencia acumulada de altitud de 12600 m. Todos los parámetros de función renal fueron normales antes de la carrera. Durante la carrera las concentraciones séricas de CR, urea y ácido úrico aumentaron significativamente en un 33%, 97% y 18%, respectivamente, normalizando los valores al día siguiente. Se calculó en un 25% el descenso del aclaramiento de CR. Se observó una correlación negativa entre el incremento de CR sérica y los kilómetros recorridos por el atleta en el entrenamiento. La relación urea/CR aumentó por encima de 40 en 12 atletas (75%). La excreción fraccional de sodio y ácido úrico disminuyeron un 0,5% y un 7%, respectivamente, indicando un descenso de perfusión renal. Los parámetros de función renal analizados se normalizaron a las 24 h de la carrera. El Hto disminuyó durante la carrera de 0,44 a 0,42, descendiendo más al día siguiente (0,42 a 0,40). El correspondiente aumento en el PV se calculó en +8% y +22%. Los resultados del estudio sugieren una afectación mínima de la función renal en estos deportistas en competición. El impacto sobre el PV, sin embargo, es importante provocando una hemodilución post-ejercicio. Esta afectación temporal de la función renal, se contempla como una respuesta fisiológica a este tipo de ejercicio, y parece atenuarse con un alto volumen de entrenamiento.

Capacidad Funcional 9

La relación generalizada fuerza-velocidad explica porqué la frecuencia de pedaleo preferida por los ciclistas excede a la más eficiente

The generalized force-velocity relationship explains why the preferred pedaling rate of cyclists exceeds the most efficient one

Kohler G, Boutellier U

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 19-ene, 2005

La cadencia de pedaleo más eficiente (menor consumo de oxígeno) en cargas de trabajo entre 50-300 W, se ha observado entre 42-60 rpm. En contraste, la mayoría de los ciclistas de competición prefieren cadencias de pedaleo de más de 90 rpm. La razón de esta diferencia es desconocida. Los autores asumen que las elevadas cadencias preferidas por los ciclistas pueden ser explicadas por las propiedades inherentes de las fibras musculares. Con el fin de obtener acuerdos que no dependan de la sección muscular y de la longitud del mismo, los autores generalizaron las ecuaciones características de Hill donde la fuerza muscular y la liberación de calor se relacionan con la velocidad de acortamiento. Una cadencia de $f(\text{etamax})$ rinde una máxima eficiencia, mientras que una mayor cadencia $f(\text{Pmax})$ lleva a la máxima potencia. La relación $f(\text{Pmax})/f(\text{etamax})$ entre esos dos rangos de cadencias se sitúa en 1,7-2,4, y depende de la composición de las fibras musculares. En sprint y competiciones de muy corta duración, $f(\text{Pmax})$ aporta más ventajas porque el aporte de energía no es el factor limitante. El precio que se paga por la cadencia de pedaleo más potente es una menor eficiencia y un mayor costo energético. En ejercicios de mayor duración, la economía es más importante y la cadencia óptima de pedaleo se aproxima a $f(\text{etamax})$. En conclusión, la cadencia óptima de pedaleo, representada como la del máximo rendimiento en carrera, no es fija sino que depende de la duración de la competición, situándose en el rango entre $f(\text{etamax})$ y $f(\text{Pmax})$. Los resultados de este estudio no solo son de interés para ciclistas de competición sino también para investigadores que utilizan cicloergómetros: la máxima potencia no puede alcanzarse utilizando cadencias de pedaleo cercanas a la más eficiente.

Frecuencia de la mutación C34T del gen AMPD1 en atletas de resistencia de alto nivel ¿puede esta mutación afectar al rendimiento?

Frequency of the C34T mutation of the AMPD1 gene in world-class endurance athletes -does this mutation impair performance?

Rubio JC, Martín MA, Rabadán M, González-Gallego F, San Juan AF, Alonso JM, Chicharro JL, Pérez M, Arenas J, Lucia A

J Appl Physiol (epub ahead of print) 27-ene, 2005

La mutación C34T en el gen que codifica la isoforma músculo-esquelética específica de la AMP deaminasa (AMPD1) es una mutación relativamente frecuente entre caucásicos (ej. uno de cada 5 individuos), que puede afectar al rendimiento físico. El objetivo de esta investigación fue doble: primero, determinar la frecuencia de distribución de la mutación C34T en un grupo de atletas (corredores y ciclistas españoles; $n=104$) de resistencia de nivel deportivo mundial. Este grupo fue comparado con un grupo de españoles ($n=100$) seleccionados aleatoriamente, no atletas y asintomáticos.

El segundo objetivo, fue comparar indicadores fisiológicos de laboratorio (VO_{2max} , umbrales ventilatorios) en el grupo de atletas dependiendo de su genotipo C34T AMPD1. Los resultados mostraron una frecuencia de mutación del alelo T más baja ($p < 0,05$) en el grupo de atletas (4,3%) que en los controles (8,5%). Por otra parte, los indicadores fisiológicos de rendimiento no fueron diferentes entre los atletas con mutación frente a los que no la poseían. En conclusión, aunque la frecuencia de distribución de la mutación C34T es más baja en deportistas que en sujetos control, la mutación no parece afectar al rendimiento de resistencia aeróbica una vez alcanzado un nivel de élite en el deporte.

Seis sesiones de entrenamiento con intervalos de sprint aumenta el potencial oxidativo muscular y la capacidad de resistencia en bicicleta en humanos

Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans

*Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ
J Appl Physiol (epub ahead of print) 10-feb, 2005*

Investigaciones previas han mostrado que 2 semanas de entrenamiento diario inter-válico de sprint (SIT) aumentó la máxima actividad de la citrato sintasa (CS), pero no cambió la capacidad de trabajo anaeróbico, posiblemente debido a la fatiga crónica inducida por el entrenamiento diario. Los efectos de unas pocas sesiones de SIT sobre el potencial oxidativo muscular no es conocido, y al margen de los cambios en el VO_{2max} , ningún estudio ha examinado los efectos del SIT sobre la capacidad de ejercicio aeróbica. Los autores evaluaron si 6 sesiones de SIT -realizadas en 2 semanas con 1-2 días de descanso entre sesiones- podría mejorar la actividad máxima de la CS y la capacidad de resistencia aeróbica durante ejercicio en bicicleta al 80% VO_{2pico} . Ocho sujetos activos recreacionales (VO_{2pico} : 45 ± 3 ml/kg/min) fueron evaluados antes y 3 días después de SIT. Cada sesión de entrenamiento consistió en 4-7 test de Wingate de 30 s de máxima intensidad con 4 min de recuperación. Los resultados mostraron que después del SIT, la actividad máxima de la CS aumentó un 38%, y el contenido de glucógeno muscular en reposo se incrementó en un 26%. La capacidad de resistencia aeróbica en bicicleta aumentó un 100% después del SIT (51 ± 11 vs 26 ± 5 min), a pesar de no observar cambios en el VO_{2pico} . Los coeficientes de variación del test en bicicleta fue del 12%, mientras que el grupo control no mostró modificaciones en el rendimiento, al evaluarlo en unas 2 semanas sin entrenamiento. En conclusión, el entrenamiento con intervalos de corta duración y alta intensidad (15 min de ejercicio intenso en 2 semanas) aumenta el potencial oxidativo muscular y dobla la capacidad de resistencia aeróbica durante ejercicio en bicicleta en sujetos activos recreacionales.

Disociación RPE-lactato durante ciclismo prolongado

RPE-Lactate dissociation during extended cycling

*Green JM, McLester JR, Crews TR, Wickwire PJ, Pritchett RC, Redden A
Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 9-feb, 2005*

Este estudio examinó la asociación de la concentración de lactato (La) y la frecuencia cardiaca (HR) con la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) durante 60 min de ejercicio en bicicleta con carga estable. Catorce sujetos físicamente activos realizaron un test ergométrico para valorar el VO₂pico y el umbral láctico (2,5 mmol/l). Los sujetos entonces realizaron 60min de ejercicio en bicicleta a una carga de trabajo correspondiente a una concentración de lactato de 2,5 mmol/l. La HR, [La], RPE-total, RPE-piernas y RPE-central fueron evaluados a los 5, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 min. La series de ejercicio de 60min se situaron por debajo del máximo estado estable del lactato, con una concentración pico de lactato a los 20min de ejercicio, disminuyendo después. El min 20 fue considerado entonces “pivote”, comparando entonces los valores obtenidos en otros tiempos con éste. Los resultados mostraron que la [La] en 40, 50 y 60min fue menor que a los 20min; la RPE-total y RPE-piernas fue mayor en 30, 40, 50 y 60min que en el 20min; la RPE-central fue significativamente mayor en los min 40, 50 y 60 que en el 20min; y la HR fue significativamente mayor en los min 30, 40, 50 y 60 que en el 20min. Se encontró una correlación significativa entre HR y RPE-total ($r=0,43$), RPE-piernas ($r=0,48$) y RPE-central ($r=0,41$), mientras que las correlaciones para [La]-HR y [La]-RPE no fueron significativas. En conclusión, se observó una disociación entre RPE y [La] durante la realización de ejercicio, no considerando pues que la [La] fuera un mediador de la RPE durante el ejercicio submáximo de prolongada duración.

La actividad EMG no cambia durante una contrarreloj en ciclistas de competición

EMG activity does not change during a time trial in competitive cyclists

Duc S, Betik AC, Grappe F

Int J Sports Med 26: 145-150, 2005

El objetivo de esta investigación fue medir la actividad electromiográfica (EMG) de cuatro músculos de las piernas, y el momento de propulsión, durante una contrarreloj ciclista (TT). Nueve ciclistas (VO₂max: 73,8±5,3 ml/kg/min) realizaron 2 test separados por una semana sobre un cicloergómetro equipado con un sistema SRM: 1) test incremental continuo para determinar la potencia pico (PPO); y 2) un test TT de 30min a una intensidad seleccionada por el ciclista. Se recogió información cada 5 min durante 10s de la actividad EMG de los músculos vasto medial (VM), recto femoral (RF), bíceps femoral (BF) y gastrocnemio medial (GAS), así como el momento de fuerza de propulsión. Los resultados mostraron que no hubo un efecto tiempo sobre la potencia desarrollada, la cadencia de pedaleo y el momento de fuerza propulsivo medio. La actividad EMG de los músculos VM y RF no cambió durante TT. La actividad EMG de los dos músculos flexores de la rodilla (BF y GAS) mostró una tendencia a aumentar con el tiempo, pero no fue significativo. La relación EMG/momento de fuerza del VM y del RF tendió a disminuir con el tiempo, pero no fue significativo. En conclusión, la ausencia de aumento en la actividad EMG en los cuatro músculos investigados parece indicar que los sujetos realizaron el test TT en una carga muscular de trabajo de estado estable.

Mejora en la eficacia de un test de carrera de 20m

Enhancing the efficacy of the 20m multistage shuttle run test

Flouris AD, Metsios GS, Koutedakis Y

Br J Sports Med 39: 166-170, 2005

El $VO_2\text{max}$ de 44ml/kg/min es un criterio aceptado ($VO_2\text{Cr}$), para considerar que valores inferiores en jóvenes adultos sanos, revelan una pobre condición física y/o un problema de salud. Se han desarrollado nuevos algoritmos para determinar $VO_2\text{Cr}$ utilizando test de carrera de 20m en etapas sucesivas (20mMST). Los autores valoraron el $VO_2\text{max}$ en 110 hombres utilizando un test ergoespirométrico desarrollado en tapiz rodante (TT), y en 40 de los sujetos utilizando un analizador de gases portátil durante el desarrollo de un 20mMST. Se utilizó el $VO_2\text{max}$ predicho del test 20mMST en 70 sujetos para la validación cruzada. Se desarrollaron dos ecuaciones para predecir el $VO_2\text{max}$ durante 20mMST (EQMST) y TT (EQTT). Los resultados mostraron una varianza del costo energético significativa entre TT y 20mMST, correlacionando significativamente con la talla del sujeto, siendo un predictor significativo de las diferencias en $VO_2\text{max}$ entre TT y 20mMST. La r^2 de la EQMST fue de 0,92 ($p < 0,001$). La predicción de $VO_2\text{max}$ desde EQMST con medida directa de $VO_2\text{max}$ en 20mMST fue de $r = 0,96$ ($p < 0,001$). No se observaron diferencias entre los valores predichos y los medidos. La prevalencia de baja condición física basada en $VO_2\text{CR}$ fue de 0,37. Se encontraron diferencias significativas en sensibilidad y especificidad, entre la ecuación original de 20mMST y EQTT. En conclusión, los algoritmos propuestos aumentan la eficacia del test de 20mMST para la evaluación de distintos aspectos de la salud y el fitness.

Recuperación durante ejercicio anaeróbico intermitente de alta intensidad en niños, adolescentes y hombres

Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens and men

Zafeiridis A, Dalamitros A, Dipla K, Manou V, Galanis N, Kellis S

Med Sci Sports Exerc 37: 505-512, 2005

Este estudio examinó los efectos de la edad sobre la recuperación del momento pico de fuerza de los extensores (PTEX) y flexores (PTFL) de la rodilla, y del trabajo total realizado (TW) durante ejercicios intermitentes de alta intensidad de 30s (HI30) y 60s (HI60) de duración en niños ($N=19$; edad: $11,4 \pm 0,5$ años), adolescentes ($N=17$; edad: $14,7 \pm 0,4$ años) y hombres ($N=18$; edad: $24,1 \pm 2,0$ años). Los sujetos de cada grupo de edad fueron distribuidos para participar en el protocolo HI30 ó HI60. El HI30 consistió en 4x18 flexiones y extensiones de rodilla de máxima intensidad (1min de reposo entre series), y el HI60 consistió en 2x34 repeticiones (2min de reposo entre series). En cada serie se calcularon PTEX (N·m·kg), PTFL (N·m·kg) y TW (J·kg). Se calculó el porcentaje de recuperación de PTEX, PTFL y TW como porcentaje del valor alcanzado en la primera serie. Los resultados mostraron en HI60, que el porcentaje de recuperación para PTEX, PTFL y TW después de la primera serie fue más alto en niños, comparado con adolescentes y hombres. En HI30, el porcentaje de recuperación fue más alto en niños comparado con hombres en todas las series, y adolescentes comparado con hombres en las últimas dos series. El porcentaje de recuperación de PTFL y TW

fue más alto en niños comparado con adolescentes en las últimas dos series. El aumento de lactato fue mayor en hombres y menor en niños. La frecuencia cardiaca se recuperó más rápidamente en niños, en relación a adolescentes y hombres. En conclusión, la recuperación fue más rápida en niños que en adolescentes y hombres durante HI30 y HI60, como se evidencia por el mayor porcentaje de recuperación en un tiempo dado. Además, parece que la tasa de recuperación de ejercicios anaeróbicos es madurez dependiente.

¿Cómo entrenan actualmente los corredores de resistencia aeróbica? Relación con la competición y el rendimiento

How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance
Esteve-Lanao J, Juan AF, Earnest CP, Foster C, Lucia A
Med Sci Sports Exerc 37: 496-504, 2005

El objetivo de esta investigación fue cuantificar la relación entre la carga de entrenamiento total y el rendimiento de carrera durante las competiciones más importantes de la temporada (Campeonatos Nacionales de Cross. 4,175 y 10,130 km de carreras). Ocho corredores bien entrenados de resistencia (edad: 23 ± 2 años; $VO_2\text{max}$: $70,0 \pm 7,3$ ml/kg/min) realizaron un test ergoespirométrico máximo antes del periodo de entrenamiento para determinar el umbral ventilatorio (VT) y el umbral de compensación respiratoria (RCT). La frecuencia cardiaca fue controlada por telemetría durante las sesiones de entrenamiento en un ciclo de 6 meses diseñado para alcanzar el máximo rendimiento al final del mismo. Se cuantificó el tiempo acumulado en tres zonas de intensidad calculadas de la siguiente forma: Zona 1 (baja intensidad, menor de VT); Zona 2 (moderada intensidad; entre VT y RCT); y Zona 3 (alta intensidad; mayor RCT). Los resultados mostraron un total de entrenamiento en Zona 1 de 4581 ± 979 min, que fue significativamente mayor que el acumulado en Zona 2 (1354 ± 583 min) y Zona 3 (487 ± 154 min). El tiempo total en Zona 2 fue significativamente más alto que el gastado en Zona 3. Se observó un coeficiente de correlación de $r = -0,79$ ($P = 0,06$) y de $r = -0,79$ ($P = 0,008$) entre el tiempo empleado en Zona 1 y el rendimiento durante las carreras de corta y larga duración, respectivamente. En conclusión, los resultados sugieren que el tiempo total de entrenamiento a baja intensidad parece asociado a la mejora del rendimiento durante actividades de resistencia aeróbica de alta intensidad, especialmente si la duración del evento es de unos 35 min. Son necesarios estudios intervencionistas (aumentando o reduciendo la Zona 1) para corroborar estos hallazgos.

Efecto de la información de “distancia recorrida” sobre la estrategia de ritmo y percepción de esfuerzo durante ciclismo

Effect of distance feedback on pacing strategy and perceived exertion during cycling
Albertus Y, Tucker R, Gibson AS, Lambert EV, Hampson DB, Noakes TD
Med Sci Sports Exerc 37: 461-468, 2005

El objetivo de esta investigación fue valorar si una incorrecta información de la “distancia recorrida” puede alterar la estrategia del ritmo de carrera, la percepción del

esfuerzo y la frecuencia cardiaca durante una contrarreloj de 20 km (TT). Quince ciclistas bien entrenados realizaron un test de potencia máxima (PPO), familiarización con el protocolo y cuatro TT de 20 km durante las que recibieron únicamente información del paso cada kilómetro de carrera. En la TT control los ciclistas recibieron información exacta de cada km transcurrido. En la TT ascendente, los ciclistas recibieron información inexacta, avisándoles al paso de 0,775 km al cumplir el primer kilómetro, y aumentando en 25 m cada aviso siguiente hasta llegar a los 1,25km en el último km de prueba. En la TT descendente, los ciclistas recibieron información inexacta, avisándoles al paso de 1,25km al cumplir el primer km, y disminuyendo en 25 m cada aviso posterior hasta llegar a los 0,775km en el último kilómetro de prueba. En la TT aleatoria, las distancias marcadas fueron aleatorias. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en los tiempos finales de cada TT. Las estrategias de ritmo de carrera no se alteraron durante los distintos TT, manteniendo similares potencias. La RPE fue también similar entre TTs. Sin embargo, la frecuencia cardiaca varió significativamente entre TTs. En conclusión, los resultados sugieren que el rendimiento, la estrategia de ritmo de carrera y la RPE durante una contrarreloj de 20 km no se alteraron por una incorrecta información de la "distancia recorrida". Los datos apoyan la existencia de una estrategia de carrera elaborada antes de comenzar el ejercicio, y que no es afectada por la información externa de "distancia recorrida".

Efecto del ejercicio de larga duración sobre la percepción del esfuerzo y la dificultad percibida de caminar y correr a intensidad de umbral ventilatorio

Effect of long duration exercise on the ratings of perceived exertion and perceived difficulty of walking and running at the ventilatory threshold

Grego F, Collardeau M, Vallier JM, Delignieres D, Brisswalter J

J Sports Med Phys Fitness 44: 368-374, 2004

El objetivo de esta investigación fue examinar si la relación entre los cambios metabólicos clásicamente observados con la duración del ejercicio y algunas medidas sobre la carga subjetiva de trabajo podrían afectarse por la complejidad del modo de locomoción (carrera vs marcha). Veinticuatro sujetos bien entrenados (12 de carrera de resistencia y 12 marchadores) fueron distribuidos en tres grupos: corredores, marchadores y control. Se monitorizaron y calcularon el costo energético de la locomoción (C), la frecuencia cardiaca (HR), la ventilación pulmonar (VE), la concentración de lactato (La), la RPE (escala 6-20) y la tasa de dificultad percibida (RPD), durante los 2 test submáximos de 10 min sobre un tapiz rodante, antes y e inmediatamente después de 3 h de ejercicio (marchando o corriendo) a intensidad correspondiente al umbral ventilatorio (VT). Los resultados no mostraron variaciones significativas y los parámetros fisiológicos, ni en las medidas de percepción en el grupo control. Se observó un aumento significativo en el costo energético de caminar (+9,4%) y correr (+7,5%) al final del ejercicio. Se encontró una interacción significativa entre el tipo de locomoción y la duración del ejercicio sobre las escalas de percepción. En marchadores la RPD aumentó significativamente con la duración, no encontrando efectos en la RPE. Inversamente, se observó un aumento significativo en la RPE después de 3 h de carrera, sin cambios significativos en la RPD. En conclusión, los resultados sugieren que para

una tarea compleja, la relación clásica entre RPE y la carga metabólica aumenta durante el ejercicio prolongado.

La suspensión completa en bicicleta de montaña mejora el rendimiento

Full suspension mountain bike improves off-road cycling performance

Nishii T, Umemura Y, Kitagawa K

J Sports Med Phys Fitness 44: 356-360, 2004

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de los sistemas de suspensión sobre el rendimiento de ciclistas sobre bicicletas de montaña. Ocho ciclistas de elite ($VO_2\text{max}$: $67,8 \pm 5,8$ ml/kg/min) realizaron test de 30min sobre bicicletas con dos tipos de suspensión: suspensión delantera (FS) y suspensión delantera y trasera (FRS). Durante cada test se midieron la frecuencia cardiaca, concentración sanguínea de lactato, potencia de pedaleo, cadencia, velocidad y distancia recorrida. Antes y después de cada test se midieron creatín quinasa (CK), lactato deshidrogenasa (LDH) y glutámico-oxalacético- transaminasa (GOT). Los resultados mostraron que la cadencia media fue significativamente más alta durante FRS ($73,6 \pm 6,1$ rpm) que durante FS ($70,2 \pm 6,2$ rpm). La velocidad fue mayor en FRS ($24,1 \pm 2,6$ km/h) que en FS ($22,9 \pm 2,4$ km/h). Aunque no hubo diferencias en la potencia media desarrollada. La CK aumentó significativamente a las 24h de finalizar el test realizado con FS. En conclusión, la FRS mejora el rendimiento en ciclismo de montaña, lo que lo hace recomendable para esta modalidad deportiva.

Aplicación de un test de fuerza-velocidad en cicloergómetro y test de salto vertical en la valoración funcional de karatekas de competición

Application of force-velocity cycle ergometer test and vertical jump tests in the functional assessment of karate competitor

Ravier G, Grappe F, Rouillon JD

J Sports Med Phys Fitness 44: 349-355, 2004

El objetivo de esta investigación fue analizar los vínculos entre test de valoración del rendimiento (salto vertical y sprint fuerza-velocidad en cicloergómetro), en dos grupos de Kárate de distinto nivel, en orden a proponer una batería de test ajustada al kárate. Veintidós competidores de kárate [10 júnior (IJ) y 12 senior (NL)] realizaron 4 test de salto vertical máximo (SJ), 4 test de salto vertical máximo con contramovimiento (CMJ) y 3 sprint de 8s en un cicloergómetro (fricción de 0,5, 0,7 y 0,9 N/kg). De las relaciones fuerza-velocidad y potencia-velocidad obtenidas en los test se calcularon la fuerza teórica máxima (F_0) y la velocidad teórica máxima (V_0), así como la potencia máxima (P_{max}) y la velocidad de pedaleo óptima (V_{opt}). Se compararon V_0 , F_0 , V_{opt} , P_{max} y los mejores SJ y CMJ, entre los grupos IJ y NL. Los resultados mostraron que el grupo IJ se caracterizó por valores significativamente más altos de V_0 (+13%) y SJ (+14,3%) comparado con el grupo NL, sin diferencias significativas entre grupos en F_0 . Así, en rendimiento en el kárate podría depender de la velocidad máxima y de la fuerza explosiva. Además, V_{opt} fue más alta en el grupo IJ comparada con el NL (135,3 vs 119,2 rpm, respectivamente). En conclusión, los test de fuerza-velocidad y

los test de salto vertical pueden ser aplicables en la valoración funcional de competidores de kárate.

Los valores de lactato obtenidos en laboratorio son válidos para monitorizar el entrenamiento sobre el agua de remeros entrenados

Laboratory blood lactate profile in suited to on water training monitoring in highly trained rowers

Bourdin M, Messonnier L, Lacour JR

J Sports Med Phys Fitness 44: 337-341, 2004

El objetivo de esta investigación fue validar un test de laboratorio utilizado para monitorizar el entrenamiento de remeros sobre el agua. Los objetivo fue valorar que referencia de la frecuencia cardiaca (HR) determinada durante un test incremental es comparable a los niveles de lactato en sangre (La) durante 30min de remo sobre el agua. Se determinó el perfil del lactato sanguíneo durante un test incremental en 14 remeros de nivel internacional. La HR correspondiente a una [La] de 2 y 3 mmol/l fue determinada (HRLa2 y HRLa3, respectivamente). Los remeros realizaron después una sesión de entrenamiento de 30 min sobre sus embarcaciones. La intensidad del entrenamiento, valorada por la HR, se situó en un rango entre HRLa2 y HRLa3. La [La] y la HR fueron medidas al final de la sesión de entrenamiento. Los resultados mostraron que el lactato final fue de $2,13 \pm 0,49$ mmol/l, no siendo estadísticamente diferente de 2 mmol/l. La HR final ($162 \pm 7,4$ lpm), no fue diferente de la HRLa2. En conclusión, la HR determinada en un test de laboratorio es válida para monitorizar el entrenamiento sobre el agua en remeros altamente entrenados.

Influencia de distintos intervalos de reposo durante la recuperación activa y pasiva sobre el rendimiento en sprint en natación

Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance

Toubekis AG, Douda HT, Tokmakidis SP

Eur J Appl Physiol 93: 694-700, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de la recuperación activa o pasiva después de dos diferentes intervalos de recuperación, sobre el rendimiento durante repeticiones sucesivas en natación. Dieciséis nadadores (8 hombres y 8 mujeres) realizaron 4 protocolos en orden aleatorio. Ocho repeticiones de sprint de 25 m (8x25m), con un intervalo de recuperación de 45 ó 120 s, seguido de un sprint de 50 m realizado 6 min más tarde. Los intervalos de recuperación de 45 y 120 s fueron activos (A45 y A120) ó pasivos (P45 y P120). La intensidad de la recuperación activa fue del 60% de la máxima velocidad de 100 m. Los resultados mostraron que el tiempo realizado en los primeros 25m fue comparable entre protocolos, pero el rendimiento fue disminuyendo después del 2º sprint en recuperación activa en comparación con la recuperación pasiva, independientemente de la duración de la recuperación. El tiempo en 50 m fue un 2,4% mejor en P120 y A120 que en A45 y P45. Después de completar los 8x25m, el lactato disminuyó con la recuperación activa cuando el periodo de recuperación fue de 120s (P120 vs A120, $p < 0,05$). La concentración sanguínea de lac-

tato al comienzo, así como a los 5min después de los 50m fue menor en A120 y A45, que en P120 y P45, respectivamente. El glicerol plasmático no fue diferente entre protocolos, mientras que el amonio plasmático fue más alto en A45 en comparación con P120. En conclusión, el periodo de intervalo entre sprint de corta duración puede alterar el rendimiento cuando se realizan sucesivos periodos de máxima intensidad de ejercicio. Para sostener la capacidad de sprint, la recuperación pasiva es preferible durante sprint repetidos de corta duración en natación.

Regulación del gasto energético durante competición deportiva

Regulation of energy expenditure during prolonged athletic competition

Foster C, Hoyos J, Earnest C, Lucia A

Med Sci Sports Exerc 37: 670-675, 2005

Las competiciones deportivas, como el *Tour de France*, exigen momentos puntuales de gran exigencia energética y la capacidad de proveer gran cantidad de energía durante varias semanas. Este tipo de competición constituyen un modelo de capacidad de sostenimiento de la actividad muscular, de utilidad no solo en el ámbito del deporte. Se efectuaron correlaciones de la frecuencia cardiaca (HR) en laboratorio en 7 ciclistas profesionales durante competiciones sucesivas en grandes vueltas ciclistas en años sucesivos, en un intento de evaluar la magnitud y el patrón de gasto energético. Los registros de la HR fueron normalizados en puntuación de impulsos de entrenamiento (TRIMP), sumando la intensidad y la duración de cada carrera, y teniendo en cuenta la duración total de las sucesivas carreras. Los resultados mostraron que en el día a día la respuesta de la frecuencia cardiaca asociada a las zonas correspondientes a intensidad menor al umbral ventilatorio 1 (VT1), entre VT1 y VT2, y superior a VT2 variaban en función de la situación de la carrera y la competición, la acumulación neta de los tiempos transcurridos en cada zona y los TRIMP eran relativamente constantes de una vuelta a la siguiente, como grupo y a nivel individual. La magnitud de acumulación de TRIMP fue similar a las halladas anteriormente en estos deportistas. En conclusión, los autores interpretan estos resultados como la evidencia de que los seres humanos adoptan una estrategia de intensidad diseñada para distribuir de forma óptima el gasto de energía a lo largo de la duración de cada carrera.

Aumento en el tiempo de reacción para estímulos visuales durante el ejercicio a intensidad superior al umbral ventilatorio

Increase in reaction time for the peripheral visual field during exercise above the ventilatory threshold

Ando S, Kimura T, Hamada T, Kokubu M, Moritani T, Oda S

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 13-abr, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si el tiempo de reacción (RT) en campo visual periférico aumentaba en intensidad de ejercicio superior al umbral ventilatorio (VT) durante un ejercicio incremental, y examinar la relación entre la capacidad aeróbica y la cuantía en el aumento del RT. Nueve sujetos sanos realizaron una tarea manual simple de RT para campo visual en reposo, durante el ejercicio en cicloergó-

metro e inmediatamente después del ejercicio. Después de un calentamiento, los sujetos pedalearon a 40W durante 3 min, aumentando 40W cada 3 min hasta alcanzar los 240 W de forma escalonada. Durante el ejercicio incremental se realizaron medidas del RT cada 1:30min después de subir la carga de trabajo. Los resultados mostraron que el RT para campo visual periférico aumentó significativamente en el ejercicio a intensidades superiores al VT en comparación con el reposo. El aumento del RT, que fue calculado restando el RT en reposo del RT a 240 W, se correlacionó negativamente con el VO_2max de cada sujeto ($r = -0,73$; $p < 0,05$). Parece por tanto que una elevada capacidad aeróbica atenúa el aumento en el RT para campo visual periférico durante ejercicio agotador.

Asociación entre el polimorfismo del gen ACE I/D y el rendimiento físico en una población homogénea

Association between the ACE I/D gene polymorphism and physical performance in a homogeneous non-elite cohort

Cam FS, Colakoglu M, Sekuri C, Colakoglu S, Sahan C, Berdeli A

Can J Appl Physiol 30: 74-86, 2005

El polimorfismo I/D del gen ACE puede estar asociado con un mejor rendimiento en resistencia aeróbica, y una mayor respuesta al entrenamiento físico. El objetivo de esta investigación fue valorar la asociación entre los polimorfismos del gen ACE y el rendimiento atlético en una población homogénea. Ochenta y ocho atletas varones no de elite, turcos caucasianos, que entrenaron de forma similar en los últimos 6 meses, fueron estudiados para el polimorfismo del gen ACE. Se evaluaron el rendimiento en un sprint de 60 m y también en carrera de media distancia. Los resultados mostraron que las distribuciones de los genotipos I/D para el gen ACE fueron: 20,5%, 40,9% y 38,6% para polimorfismo II, ID y DD, respectivamente. La frecuencia del genotipo DD-ACE fue significativamente superior en el grupo de mejor rendimiento (56,7%), que en el grupo de peor rendimiento (37,9%) ó grupo intermedio (20,7%), en referencia al rendimiento en el test de media distancia. En conclusión, el genotipo DD-ACE puede estar relacionado con un mejor rendimiento en actividades aeróbicas de corta duración. Mayores muestras poblacionales puede ayudar a clarificar la asociación entre el polimorfismo del ACE I/D y el rendimiento físico.

La fase de *isocapnic buffering* y la eficiencia mecánica: relación con el rendimiento en bicicleta con contrarreloj simulada de corta y larga duración

The isocapnic buffering phase and mechanical efficiency: relationship to cycle time trial performance of short and long duration

Bentley DJ, Vleck VE, Millet GP

Can J Appl Physiol 30: 46-60, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre las fases de *isocapnic buffering* (IB) y *hiperventilación hipocapnica* (HHV), con el rendimiento en contrarreloj simuladas en bicicleta (TT) de corta (20-min) y larga (90 min) duración en atletas entre-

dados. Además, la eficiencia mecánica (GE, %) y la eficiencia *delta* (*deltaE*, %) fueron calculadas, y se valoró la relación entre esas variables y la potencia máxima alcanzada (*W*) en cada TT. Trece atletas (31±6 años) completaron un test incremental continuo hasta el agotamiento para determinación de las fases IB y HHV. Se realizó un segundo test submáximo para determinar GE y *deltaE*. La potencia media (*W*) fue medida durante los TT de 20min y 90min. Los resultados mostraron que la fase IB se correlacionó significativamente con la *W*media en TT de 20min, pero no con el de 90min. La fase HHV no se correlacionó con la *W*media de ninguno de los dos test (20 y 90min). No se observó correlación entre GE y *deltaE* con el rendimiento en TT. Los datos del estudio muestran que ni la fase de IB, ni la HHV parecen de utilidad como indicadores de rendimiento en ciclismo de 20 y 90min de duración. Además, ni GE, ni *delta E* determinados en un test submáximo parecen relacionarse con el rendimiento en ciclismo (TT) de diferente duración.

Efectos a largo plazo de jugar a tenis sobre la relación músculo-hueso en el antebrazo dominante y no dominante

Effects of long-term tennis playing on the muscle-bone relationship in the dominant and nondominant forearms

Ducher G, Jaffre C, Arlettaz A, Benhamou CL, Courteix D

Can J Appl Physiol 30: 3-17, 2005

La relación entre fuerza muscular y densidad mineral ósea ilustra el efecto positivo de la carga mecánica sobre el hueso. Sin embargo, distintos factores locales y sistémicos pueden afectar tanto al tejido muscular como al tejido óseo. Esta investigación estudió los efectos a largo plazo de jugar tenis sobre la relación entre masa muscular y contenido mineral óseo en los antebrazos, tomando en consideración las dimensiones del cuerpo. Cincuenta y dos tenistas (24,2±5,8 años; 16,2±6,1 años de práctica) participaron en el estudio. La masa libre de grasa (LTM), el área ósea, contenido mineral óseo (BMC) y densidad mineral ósea fueron medidos en los antebrazos mediante DXA. La fuerza de *grip* (puño) fue valorada mediante un dinamómetro. Los resultados mostraron una marcada diferencia entre ambos brazos, a favor del dominante en todos los parámetros. El área ósea y la BMC correlacionaron con la fuerza de *grip* en ambos lados. Las correlaciones fueron también significativas después de ajustar por BMC total del organismo, talla o longitud del antebrazo. Estos resultados refuerzan el papel fundamental de los músculos en la carga mecánica sobre los huesos. Además, la BMC de los antebrazos ajustada a LTM o fuerza de *grip* fue mayor en el brazo dominante, lo que sugiere que el juego del tenis ejerce un efecto directo sobre el hueso.

Efectos de la carrera de maratón sobre las concentraciones plasmáticas de homocisteína

Effects of marathon running on plasma total homocysteine concentrations

Real JT, Merchante A, Gómez JL, Chaves FJ, Ascaso JF, Carmena R

Nutr Metab Cardiovasc Dis 15: 134-139, 2005

Hay evidencias de un elevado número de eventos cardiovasculares (CV) agudos en corredores de maratón. Elevadas concentraciones de homocisteína plasmática total

(tHcy) se considera un factor de riesgo CV. Por tanto, los investigadores estudiaron los cambios en las concentraciones plasmáticas de tHcy 24 h antes y después de una carrera de maratón. Veintidós atletas no profesionales ($35,6 \pm 6,6$ años; rango: 23-49 años) fueron estudiados 24h antes de realizar la carrera y 24 h después de finalizarla. Ninguno de los atletas fue portador del genotipo MTHFR 677TT, y no ingerían suplementos de vitaminas (B12, B6, ácido fólico). Los resultados mostraron ausencia de cambios en las concentraciones plasmáticas de folatos y vitamina B12 después de la carrera, pero se detectó un aumento significativo de tHcy (+19%). Antes de la carrera un 20% de los sujetos tenían una concentración plasmática de tHcy en el límite alto de la normalidad (>10 mmol/l) como factor de riesgo de enfermedad cardiaca isquémica, mientras que después de la carrera el 50% superaron ese valor. En conclusión, un aumento de las concentraciones plasmáticas de tHcy se observó en corredores no profesionales después de una maratón. El significado fisiológico o las implicaciones patológicas de este hallazgo son desconocidas.

Respuestas metabólicas y preceptuales durante ejercicio de spinning

Metabolic and perceptual responses during spinning cycle exercise

*Kang J, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Hoffman JR, Ratamess NA, O'Connor E
Med Sci Sports Exerc 37: 853-859, 2005*

En esta investigación se compararon las respuestas metabólicas y de percepción del esfuerzo entre un ejercicio realizado a una intensidad constante (CON) respecto a un protocolo de sesión de *spinning* (R) de variada intensidad (VAR). Quince sujetos (7 hombres y 8 mujeres; 23 ± 5 años) realizaron dos sesiones experimentales. Durante cada sesión, realizaron 30 min de protocolo de ejercicio seguido de un periodo de recuperación de 30 min. El ejercicio fue realizado al $67 \pm 3\%$ de la HRmax en CON. En VAR, se alcanzó también una intensidad similar ($68 \pm 4\%$ HRmax), aunque el protocolo abarcaba fases de alta y baja intensidad. Se midieron el VO_2 y la HR en reposo, durante el ejercicio y en recuperación, mientras la RPE se valoró solo durante el ejercicio. Se determinaron las concentraciones plasmáticas de lactato (La) en reposo, al finalizar el ejercicio y al final de la recuperación. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en VO_2 , HR y RPE durante el ejercicio en CON vs VAR. Sin embargo, el valor medio de VO_2 y HR fue más alto en recuperación en VAR vs CON. La concentración plasmática de lactato fue mayor al finalizar el ejercicio en VAR, aunque fueron similares al final de la recuperación. En conclusión, un tipo de ejercicio en el que la intensidad varía no ejerce un efecto adicional sobre las respuestas metabólicas y de percepción de esfuerzo durante el ejercicio, si se mantiene una intensidad media similar. Sin embargo, VAR dio como resultado un mayor VO_2 después del ejercicio, que parece relacionarse en parte con los mayores valores alcanzados en la concentración de lactato.

Efectos de distintos tipos de calentamiento sobre el rendimiento en ciclismo

Effects of prior warm-up regime on severe-intensity cycling performance

Burnley M, Doust JH, Jones AM

Med Sci Sports Exerc 37: 838-845, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de tres diferentes tipos de calentamiento sobre la carga de trabajo desarrollada en ciclismo durante un periodo de 7 min a máxima intensidad. Después de la habituación al método, 12 ciclistas bien entrenados completaron unas series de 7 min de trabajo en bicicleta, distribuidos en 2 min de carga constante al 90% VO_2max , y otros 5 min a la máxima intensidad posible. Esta sesión fue realizada sin intervención previa, y después de 10 min de ejercicio moderado, intenso o de sprint, realizados en orden aleatorio. Se evaluó el intercambio de gases respiratorios. Los resultados mostraron que al inicio del ejercicio, la concentración sanguínea de lactato estaba elevada después del calentamiento con carga intensa y sprint, pero no con el ejercicio moderado. Las tres intervenciones provocaron mayores valores de VO_2 durante los 7 min de ejercicio, que sin intervención previa. La potencia media desarrollada fue mayor con el calentamiento moderado e intenso (respecto al control), pero no con el calentamiento con sprint. En conclusión, los datos indican que un ejercicio de calentamiento realizado con anterioridad a una sesión de trabajo intenso y de corta duración (7 min), parece mejorar el rendimiento (2-3%) si la intensidad utilizada es moderada o alta, a pesar de que en este último caso la concentración sanguínea de lactato fue alta al comenzar el ejercicio.

La desaturación arterial de O_2 en atletas de resistencia aumenta la desoxigenación muscular

O_2 arterial desaturation in endurance athletes increases muscle deoxygenation

Legrand R, Ahmaidi S, Moalla W, Chocquet D, Marles A, Prieur F, Mucci P

Med Sci Sports Exerc 37: 782-788, 2005

El objetivo de esta investigación fue comparar la desoxigenación muscular medida por espectroscopia infrarroja en atletas de resistencia que presentaban o no hipoxemia inducida por el ejercicio (EIH) durante un test incremental máximo en condiciones de normoxia. Diecinueve atletas de resistencia realizaron un test incremental en cicloergómetro para determinar el VO_2max y la correspondiente carga máxima de trabajo alcanzada (W_{max}). Se midió la saturación arterial de oxígeno (SaO_2) de manera no invasiva mediante un oxímetro de pulso en el lóbulo de la oreja para detectar EIH, que fue definida por una caída en $\text{SaO}_2 >4\%$ entre el reposo y el final del ejercicio. La desoxigenación muscular en el vasto lateral derecho fue monitorizada por espectroscopia infrarroja y expresada como porcentaje de acuerdo con la escala de isquemia-hiperemia. Los resultados mostraron que 10 atletas presentaron EIH (grupo EIH) y nueve no lo hicieron (grupo NEIH). El volumen del entrenamiento, el nivel de competición, el VO_2max , la W_{max} , y la concentración de lactato sanguíneo fueron similares en ambos grupos. Sin embargo, la desoxigenación muscular al final del ejercicio fue significativamente mayor en el grupo EIH. En conclusión, la mayor desoxigenación muscular en el ejercicio de máxima intensidad en atletas que desarrollan hipoxemia parece ser debido, al menos en parte, a una reducción en la cesión de oxígeno. Además, los hallazgos apoyan la hipótesis de una mayor extracción de oxígeno muscular en orden a compensar la disponibilidad reducida de oxígeno.

Reproducibilidad de un test de resistencia aeróbica en ciclistas adolescentes

The reproducibility of an endurance performance test in adolescent cyclists

Montfort-Steiger V, Williams CA, Armstrong N

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print), 11-mayo, 2005

El objetivo de esta investigación fue medir la reproducibilidad de un test de rendimiento en ciclistas adolescentes bien entrenados. Ocho chicos y una chica (edad: $15,7 \pm 0,7$) participaron en el estudio. Se valoraron el umbral láctico (LT) y el $VO_{2\text{pico}}$. El test de rendimiento se repitió en 3 días diferentes, y consistió en 30min de carga estable (SS) al 80% LT. Inmediatamente después del SS se realizó una contrarreloj simulada (TT), que consistió en completar una carga de trabajo prefijada tan rápido como fuera posible. Se evaluó la fiabilidad del TT, mediante el coeficiente de variación (CV), el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y el error típico. Los tiempos medios del grupo para el TT fueron: TT1 (1889 ± 306), TT2 (1857 ± 283) y TT3 (1953 ± 279) s, respectivamente. El CV individual varió entre 0,25% y 10%. El ICC para TT1/TT2 y TT2/TT3 fue de $r=0,78$ y $0,93$, respectivamente. Los errores típicos (expresados como %CV) fueron de 7,3% y 3,7% para TT1/2 y TT2/3, respectivamente. El mayor CV individual se observó entre TT1 y TT2. La diferencia en CV y SD entre los tres TTs indican que los test TT2 y TT3 fueron más fiables que TT1, sugiriendo la importancia de la habituación. En conclusión, el test realizado es fiable en ciclistas adolescentes con una menor variación entre las sesiones 2ª y 3ª.

Palpación del pulso después del ejercicio: aplicabilidad en deportistas

Post-exercise palpation of pulse rates: its applicability to habitual exercisers

Devan AE, Lacy BK, Cortez-Cooper MY, Tanaka H

Scand J Med Sci Sports 15: 177-181, 2005

A pesar de la popularidad de los sistemas telemétricos de control de la frecuencia cardíaca (HR), los deportistas a menudo utilizan la palpación del pulso para valorar la intensidad del ejercicio. Sin embargo, debido a la rápida recuperación de la HR al cesar el ejercicio, la palpación post-ejercicio del pulso puede infravalorar la frecuencia cardíaca real. Para valorar esta hipótesis se estudiaron 20 adultos jóvenes (20 años) físicamente activos; realizaron dos series de ejercicio de 5 min al 70% y 85% de la HRmax sobre un tapiz rodante, valorando la frecuencia del pulso en carótida y el la arteria radial. Los resultados mostraron que la palpación del pulso post-ejercicio estimó una frecuencia cardíaca menor que la real en unos 20-27 lpm. Incluso cuando el trazado del ECG fue analizado inmediatamente después del ejercicio (0-15 s), persistió una subestimación de la frecuencia cardíaca real en unos 7-9 lpm. Durante el ejercicio, la HR estimada por palpación del pulso no fue diferente de la medida con el trazado ECG. Sin embargo, al evaluar el pulso radial a elevada intensidad de ejercicio la frecuencia cardíaca estimada fue menor que la valorada por el ECG. La rigidez arterial, asociada a la sensibilidad de los barorreflejos arteriales, no se relacionó con los cambios en la HR durante la palpación. En conclusión, la palpación del pulso después del ejercicio puede no ser apropiada como un indicador de la intensidad del ejercicio en deportistas habituales.

Efectos del daño muscular inducido por el ejercicio sobre el rendimiento de ejercicio intermitente de alta intensidad

The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance

Twist C, Eston R

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 11-mayo, 2005

El daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD) ocurre frecuentemente después de actividades con alto componente excéntrico. Las alteraciones en la relación momento de fuerza (*torque*) y la velocidad después de EIMD podrían tener serias implicaciones para el rendimiento atlético, particularmente en intensidades de ejercicio muy elevadas. Sin embargo, esto no ha sido estudiado en profundidad. El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos del EIMD sobre el rendimiento de *sprint* intermitente de máxima intensidad. Diez sujetos ($22,4 \pm 3,2$ años) realizaron 10x6 s *sprint* en cicloergómetro, con 24 s de recuperación, en contra de una carga correspondiente a 0,10 kp/kg y 10x10 m de *sprint* partiendo de posición de pie, con 12 s de recuperación activa. Todas las variables se midieron inmediatamente antes y a los 30min, 24, 48 y 72 h después de realizar un protocolo pliométrico consistente en 10x10 saltos contramovimiento de carácter máximo. Se valoraron dolor percibido, actividad de la creatina quinasa en plasma (CK), potencia pico (PPO), tiempo de *sprint* y tasa de fatiga. Los resultados mostraron que la sensación de dolor fue mayor que en situación basal en todos los intervalos de tiempo evaluados. La CK se elevó significativamente a las 24 h y 48 h en comparación con el basal. La PPO fue menor que en situación basal en todos los tiempos de intervalo evaluados (30min, 24, 48 y 72h). La tasa de fatiga sobre los 10 *sprint* efectuados se redujo en comparación con la situación basal, con una mayor reducción del 48% a las 48 h del ejercicio. Los tiempos de *sprint* sobre 10 m fueron más altos a los 30min, 24h y 48 h, en comparación con la situación basal, retornando los valores a la normalidad a las 72 h. Los resultados mostraron como después de un ejercicio pliométrico se reduce la capacidad muscular de generar potencia muscular al menos durante 3 días. También se produjo una reducción en el rendimiento de *sprint* de muy corta duración (aproximadamente 2 s). Los resultados pueden tener implicaciones en la definición de estrategias en el entrenamiento de deportes con *sprints* múltiples.

Rendimiento en remo y carga de entrenamiento estimada

Rowing performance and estimated training load

Messonnier L, Aranda-Berthouze SE, Bourdin M, Bredel Y, Lacour JR

Int J Sports Med 26 : 372-382, 2005

Los autores relacionaron el rendimiento en remo y parámetros fisiológicos asociados a la carga de entrenamiento estimada mediante un cuestionario que valoraba el gasto energético medio semanal (MHWEE) de 21 remeros de nivel nacional e internacional. El cuestionario también valoraba el gasto energético durante las sesiones de entrenamiento (EET), clasificadas como de intensidad baja (EE1), moderada (EE2) y de alta intensidad (EE3). Para evaluar la capacidad fisiológica de los remeros, se rea-

lizó un test incremental para valorar el VO_2max y el $\% \text{VO}_2\text{max}$ asociado a una concentración de lactato en sangre de 4 mmol/l ($\text{VO}_24\%$). La tasa de trabajo media sostenida durante una distancia de 2000 m realizada a la máxima intensidad posible en un remoergómetro se consideró como el dato de rendimiento. Los resultados mostraron que de media los remeros entrenaron $16,4 \pm 1$ h/semana, con el $56 \pm 3\%$ de tiempo en el agua. EET representó el $43,5 \pm 1,7\%$ de MHWEE. El rendimiento en el remo se relacionó a EE1, EE2 y EE3. En contraste, $\text{VO}_24\%$ no se relacionó con el gasto energético calculado. Los resultados sugieren que el rendimiento en el remo y el VO_2max están relacionados a la carga de entrenamiento, mientras que el $\text{VO}_24\%$ no se relacionó en el grupo estudiado de remeros de alto nivel de entrenamiento.

Cadencia de pedaleo preferida: un índice del rendimiento en ciclismo

Preferred pedal rate: an index of cycling performance

Nesi X, Bosquet L, Pelayo P

Int J Sports Med 26 : 372-375, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si la cadencia preferida de pedaleo (PPR) puede ser usada como un indicador del rendimiento en ciclismo. Trece ciclistas de competición pedalearon a PPR durante un test incremental y un test de carga constante superior al umbral (CPT). Los resultados mostraron que los valores de PPR observados en CPT se correlacionaron tanto con la potencia pico alcanzada en el test incremental, como con el tiempo hasta la fatiga en el test CPT. Además, los análisis de regresión múltiple revelaron que los valores de PPR y el pico de potencia fueron dos predictores del tiempo de agotamiento en CPT. Este estudio sugiere que los entrenadores tienen que tener en cuenta los valores de PPR de forma complementaria al pico de potencia alcanzado en orden a evaluar la capacidad de rendimiento en ciclismo.

Exceso de consumo de oxígeno post-ejercicio después de ejercicio continuo e interválico en bicicleta

Excess post-exercise oxygen consumption following continuous and interval cycling exercise

McGarvey W, Jones R, Petersen S

Int J Sport Nutr Exerc Me 15 : 28-37, 2005

El objetivo de esta investigación fue examinar el efecto de un ejercicio en bicicleta tipo continuo (CON) e intervalado (INT) sobre el exceso de consumo de oxígeno post-ejercicio (EPOC). Doce sujetos completaron un test ergométrico incremental para determinar su VO_2max , para a continuación realizar dos test en orden aleatorio y días separados por aproximadamente 1 semana. El test INT consistió en siete intervalos de trabajo de 2 min de duración al $90\% \text{VO}_2\text{max}$, con periodos de recuperación de 3 min al $30\% \text{VO}_2\text{max}$. El ejercicio CON consistió en 30-32 min de ejercicio continuo al $65\% \text{VO}_2\text{max}$. Se midió el intercambio gaseoso y la frecuencia cardíaca (HR) durante los 30 min anteriores, durante el ejercicio y durante las 2 h posteriores a las sesiones. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la magnitud ni en la duración del EPOC entre protocolos. La HR, sin embargo, fue más alta, mientras que

el RER fue menor después de INT. Los resultados indican que cuando el trabajo total es similar, la magnitud y duración de EPOC es similar después de realizar protocolos CON o INT. Las diferencias en HR y RER durante la recuperación sugieren respuestas fisiológicas diferenciadas a las modalidades de ejercicio.

Respuesta aguda en mujeres del EPOC a un circuito de entrenamiento y ejercicio en tapiz rodante a valores iguales de VO₂

Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption

Braun WA, Hawthorne WE, Markofski MM

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 8-jun, 2005

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de un circuito de entrenamiento (CT) y de un ejercicio realizado en tapiz rodante, en tasas similares de VO₂ y duración del ejercicio sobre el valor del exceso de consumo de oxígeno post-ejercicio (EPOC) en mujeres desentrenadas, controlando además la fase del ciclo menstrual. Ocho mujeres desentrenadas (31,3 años; VO₂max estimado: 2,04±0,26 l/min; BMI: 24,6±3,9 kg/m²) realizaron un test de esfuerzo en el inicio de la fase folicular para evitar la variabilidad hormonal entre los test. Los sujetos realizaron dos sesiones de ejercicio, con un intervalo aproximado de 28 días. Se valoró el gasto energético de reposo en posición supino, durante 30min antes de iniciar el ejercicio y durante 1 h después de finalizar el mismo. Se analizó el intercambio gaseoso durante el ejercicio y en los periodos de descanso. El CT consistió en tres series de 8 repeticiones de ejercicios habituales de fuerza. Los resultados mostraron que el VO₂ pre-ejercicio y durante el ejercicio no fue diferente entre los test realizados en días separados. El análisis del EPOC reveló que el CT provocó un valor significativamente mayor durante los primeros 30 min de recuperación, aunque a los 60 min las diferencias no fueron significativas. El valor del VO₂ medio permaneció significativamente más elevado que en condiciones pre-ejercicio durante los 60 min de periodo de EPOC. La frecuencia cardiaca, RPE, VE y RER fueron más altas durante CT. Al enfrentar el VO₂ en ejercicio y la duración del mismo, el CT se asoció con un mayor disturbio metabólico y costo energético durante las fases iniciales del EPOC.

Respuestas del umbral láctico en una temporada en jugadores jóvenes de fútbol británicos

Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer

McMillan K, Helgerud J, Grant SJ, Newell J, Wilson J, Macdonald R, Hoff J

Br J Sports Med 39: 432-436, 2005

El objetivo de esta investigación fue examinar los cambios en el rendimiento aeróbico de jugadores jóvenes de fútbol profesional a lo largo de una temporada. Nueve jugadores fueron evaluados en 6 ocasiones en la temporada mediante la valoración de la concentración sanguínea de lactato en intensidades submáximas, utilizando un protocolo en tapiz rodante. La concentración de lactato y la frecuencia cardiaca (Hf) fueron determinados en cada etapa de ejercicio. La velocidad de carrera correspondiente a la primera inflexión en la curva del lactato (v-T(lac)), así como la correspondiente a una concentración de lactato fija en

4 mM/l ($v-4\text{mM}$) fueron determinadas. Los resultados mostraron que la velocidad de carrera en los dos umbrales mejoró desde el inicio de la temporada, hasta las primeras semanas de competición; sin embargo, cuando $v-T(\text{lac})$ y $v-4\text{mM}$ se expresaron relativos a la frecuencia cardiaca máxima ($Hf\text{-max}$), no cambiaron. La Hf correspondiente al lactato sanguíneo no se modificó después de la pretemporada. En conclusión, la velocidad de carrera en $v-T(\text{lac})$ y $v-4\text{mM}$ aumentaron significativamente en pre-temporada, aunque no se modificaron al relacionarlos con la frecuencia cardiaca máxima. Este hallazgo puede indicar que la mejora del rendimiento de resistencia aeróbica puede ser atribuible principalmente al aumento del VO_2max . Aunque la valoración del lactato en sangre es útil en jugadores de fútbol para determinar las adaptaciones al entrenamiento, la valoración del VO_2max y de la economía de carrera pueden ofrecer información de más utilidad para determinar las adaptaciones fisiológicas resultantes del entrenamiento físico en fútbol.

Comparación de las muestras sanguíneas obtenidas en pulpejo del dedo y arteria en reposo y durante el ejercicio

Comparison of fingertip to arterial blood samples at rest and during exercise

Zavorsky GS, Lands LC, Schneider W, Carli F

Clin J Sport Med 15: 263-270, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si las muestras de gases sanguíneos obtenidas en sangre procedente del pulpejo del dedo son comparables a las muestras de sangre arterial, en reposo y durante el ejercicio. Se realizaron muestras repetidas con los sujetos ejerciendo de sus propios controles. Quince sujetos participaron en el estudio (25 ± 4 años), valorando los gases sanguíneos, metabolitos y electrolitos. Se obtuvieron muestras de sangre de manera simultánea en arteria radial y dedo calentado en reposo y durante 2 intensidades de ejercicio ($70\% \text{VO}_2\text{max}$ y $100\% \text{VO}_2\text{max}$) realizadas en cicloergómetro. Los resultados mostraron que la presión arterial de oxígeno fue de media (tomando en consideración las muestras de reposo y ejercicio) $13,6\pm 9$ mmHg más alta que en la sangre arterializada del dedo, con la mayor diferencia obtenida en reposo ($18,8\pm 6,5$ mmHg) y la menor en ejercicio máximo ($8,3\pm 9,2$ mmHg). El patrón de la saturación de la hemoglobina fue el mismo, mostrando diferencias estadísticas entre las muestras de sangre arterial y arterializada, con las menores diferencias en altas intensidades de ejercicio. En contraste, no hubo diferencias en las presiones de CO_2 , lactato, glucosa, pH, hemoglobina y electrolitos, ni en las muestras de reposo ni en ejercicio. En conclusión, las muestras obtenidas en el pulpejo del dedo de sangre arterializada, tanto en reposo como en ejercicio, puede predecir la presión parcial de CO_2 , así como las concentraciones plasmáticas de lactato, glucosa, y electrolitos, así como el pH y la hemoglobina. Sin embargo, existen diferencias significativas en la PaO_2 .

Valoración de los umbrales ventilatorios durante ejercicio incremental máximo utilizando el análisis de la arritmia del seno respiratorio en el tiempo

Assessment of ventilatory thresholds during graded and maximal exercise test using time varying analysis of respiratory sinus arrhythmia

Blain G, Meste O, Bouchard T, Bermon S

Br J Sports Med 39: 448-452, 2005

El objetivo de esta investigación fue valorar si los umbrales ventilatorios, evaluados durante una ergoespirometría, pueden ser detectados utilizando un análisis en el tiempo de la arritmia de la frecuencia respiratoria (fRSA). Catorce sujetos sedentarios y 12 atletas de resistencia realizaron un test de esfuerzo hasta el agotamiento sobre un cicloergómetro: carga inicial de 75 W (sedentarios) y 150 W (atletas), con un incremento de 37,5 W/2 min. Los umbrales ventilatorios 1 (VT1) y 2 (VT2) fueron determinados de las curvas en relación al tiempo de la ventilación y de los equivalentes ventilatorios para el O₂ y CO₂. Los resultados mostraron que fRSA se determinó en todos los casos y se correlacionó positivamente con la frecuencia respiratoria (r=0,96). En 21 de los 26 sujetos, se observaron dos incrementos no lineales en fRSA, definiendo con ello el primer (T-RSA1) y el segundo (T-RSA2) umbral. Al expresar estos en función de la carga de trabajo desarrollada, los valores de TRSA-1 y T-RSA2, no mostraron diferencias significativas respecto a los valores de VT1 y VT2. Hubo diferencias significativas en los valores de T-RSA1 y T-RSA2 entre sedentarios y entrenados (W, %Wmax, y %VO₂max), con valores más elevados en los atletas. En conclusión, el análisis dinámico de fRSA provee un medio útil para identificar los umbrales ventilatorios durante test ergométrico de carácter máximo, tanto en sedentarios como en atletas.

¿Existe una asociación entre los polimorfismos de ACE y CKMM y el rendimiento en ciclismo durante una carrera de 3 semanas de duración?

Is there an association between ACE and CKMM polymorphisms and cycling performance status during 3-week races?

Lucía A, Gomez-Gallego F, Chicharro JL, Hoyos J, Celaya K, Cordova A, Villa G, Alonso JM, Barriopedro M, Perez M, Earnest CP

Int J Sports Med 26: 442-447, 2005

En esta investigación se examinó la asociación entre los polimorfismos de los genes de la enzima convertidora de la angiotensina (ACE) y de la creatín-quinasa músculo específica (CKMM), y el estado de rendimiento observado en ciclistas profesionales. Se compararon las frecuencias de los genotipos ACE y CKMM en 50 ciclistas profesionales españoles que hubieran completado al menos 1 gran vuelta ciclista (3 semanas), en 119 controles sedentarios y 27 corredores de elite (olímpicos). Los resultados mostraron que la proporción del genotipo DD fue mayor en ciclistas (50,0%) que en los otros dos grupos, la proporción del genotipo ID fue mayor en controles (46,2%) y la proporción de genotipo II fue mayor en corredores (40,7%). La proporción del alelo D fue más alta en ciclistas y controles, que en corredores, mientras que la proporción del alelo I fue más alta en corredores que en los otros dos grupos. No se encontraron diferencias significativas en CKMM. En conclusión, los ciclistas profesionales tienen una distribución de alelo D y de genotipo DD más elevada que otros atletas de resistencia aeróbica, como los corredores, que tienen en el alelo I el más frecuente.

Efectos de la realización simultánea de entrenamiento de resistencia aeróbica y fuerza en la misma sesión sobre el rendimiento y capacidad aeróbica

Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity

Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, Koubaa D, Feki Y, Millet GP, Amri M

140 *Br J Sports Med 39: 555-560, 2005*

El objetivo de esta investigación fue examinar los efectos de un orden secuencial de entrenamiento de resistencia intermitente combinado con entrenamiento de fuerza muscular, sobre los indicadores de rendimiento aeróbico y capacidad aeróbica. Cuarenta y ocho estudiantes ($21,4 \pm 1,3$ años) fueron distribuidos en 5 grupos de acuerdo con sus velocidades aeróbicas máximas ($v\text{-VO}_2\text{max}$). Cuatro grupos participaron en varios programas de entrenamiento de 12 semanas (2 sesiones/semana) de la siguiente forma: E ($n=10$), entrenamiento de resistencia de carrera; S ($n=9$), circuito de entrenamiento de fuerza; E+S ($n=10$) y S+E ($n=10$) combinaron los dos programas en diferente orden durante la misma sesión de entrenamiento. Grupo C ($n=9$) sirvió como control. Todos los sujetos fueron evaluados antes (T0) y después (T1) del periodo de entrenamiento utilizando 4 test: (1) test de carrera de 4 km; (2) test incremental en pista para estimar $v\text{-VO}_2\text{max}$; (3) tiempo hasta el agotamiento (t-lim) al 100% $v\text{-VO}_2\text{max}$; (4) test ergoespirométrico en bicicleta para determinar VO_2max . Los resultados mostraron que el entrenamiento provocó mejoras del rendimiento y de la capacidad aeróbica en la prueba de 4 km corriendo, con efecto interactivo. Las mejoras fueron significativamente mayores en el grupo E+S que en E, S+E y S, tanto en el tiempo de 4 km corriendo, como en $v\text{-VO}_2\text{max}$, como en VO_2max . Similares resultados fueron observados para el t-lim, y segundo umbral ventilatorio (% VO_2max). En resumen, el entrenamiento en circuito realizado después del entrenamiento de resistencia aeróbica en la misma sesión de trabajo produce mayores mejoras en el tiempo de carrera de 4 km y en la capacidad aeróbica que la secuencia inversa, y que cada entrenamiento por separado.

Efectos del ejercicio excéntrico sobre la eficiencia en ciclismo

Effects of eccentric exercise on cycling efficiency

Moysi JS, García-Romero JC, Alvero-Cruz JR, Vicente-Rodríguez G, Ara I, Dorado C, Calbet JA
Can J Appl Physiol 30: 259-275, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar si la eficiencia de la contracción muscular concéntrica es afectada por un ejercicio excéntrico previamente realizado. Participaron 25 estudiantes varones en dos experimentos. En el primero, 14 sujetos pedalaron al 65% VO_2max hasta la fatiga en dos ocasiones. Durante la condición experimental el pedaleo fue interrumpido cada 10 min para realizar un ejercicio excéntrico de sentadilla, mientras que en condiciones control los sujetos permanecieron sentados en reposo sobre la bicicleta durante las interrupciones. El ejercicio de sentadilla excéntrico consistió en 10 series de 25 repeticiones con una carga equivalente al 150% del peso del sujeto sobre los hombros. Durante el primer experimento la eficiencia disminuyó de $17,1 \pm 0,3$ a $16 \pm 0,4\%$ y desde $17,2 \pm 0,3$ a $16,5 \pm 0,4\%$, entre la segunda y la novena series de las condiciones experimental y control, respectivamente (ambos $p < 0,05$). La reducción en la eficiencia fue similar en ambas condiciones. La concentración de lactato sanguíneo fue mayor durante la condición experimental que en condiciones control, pero la oxidación de sustratos fue similar. La contracción voluntaria máxima (MVC) disminuyó de forma similar (25-28%) en ambas condiciones. Los 11 sujetos participantes en el segundo experimento realizaron 25 repeticiones de ejercicio excéntrico únicamente, con una carga correspondiente al 95% de MVC, repitiendo cada 3 min hasta el agotamiento. Una hora más tarde de fina-

lizar el protocolo realizaron un ejercicio en bicicleta, observando que el VO_2 y la eficiencia de pedaleo fueron similares a los valores obtenidos antes del ejercicio excéntrico. Ambos protocolos de ejercicio excéntrico provocaron dolor muscular similar 2 días más tarde; sin embargo, la eficiencia de pedaleo fue similar a la obtenida antes de realizar el ejercicio excéntrico. En conclusión, el ejercicio excéntrico no altera o solo tiene efectos marginales la eficiencia de pedaleo, incluso en presencia de marcado dolor muscular.

¿Mejóro la eficiencia de pedaleo de Armstrong?

Has Armstrong's cycle efficiency improved?

Martin DT, Quod MJ, Gore CJ, Coyle EF

J Appl Physiol 99: 1628-1629, 2005

Este caso describe la maduración fisiológica entre los 21 y los 28 años de edad de un ciclista que ganó de forma consecutiva seis Tour de Francia, a la edad de 27-32 años. El VO_2max en estado entrenado permaneció aproximadamente en 6 l/min, el peso corporal libre de grasa fue de unos 70 kg y la frecuencia cardiaca máxima descendió de 207 a 200 lpm. El umbral láctico se situó al 76-85% VO_2max , siendo la concentración de lactato máximo más baja en estado entrenado. La característica que más se modificó en este deportista entre los 21 y los 28 años fue la eficiencia muscular y por tanto la producción de potencia a un VO_2 dado. Hay que remarcar que este deportista desarrolló un cáncer a los 25 años, requiriendo cirugía y quimioterapia. Durante los meses previos a las carreras del Tour redujo su peso y grasa corporal unos 4-7 kg (aproximadamente un 7%). Por tanto, en un periodo de 7 años, una mejora en la eficiencia muscular y una reducción de la grasa corporal contribuyeron a la mejora del 18% en su potencia en estado estable por kg de peso al pedalear a un determinado VO_2 (ej. 5 l/min). Se hipotetiza que la mejora en la eficiencia muscular probablemente refleje cambios en el tipo de miosina muscular estimulada durante años de entrenamiento intenso (3-6 h la mayoría de los días).

Potencia de trabajo durante una prueba femenina de copa del mundo en ciclismo de carretera

Power output during women's world cup road cycle racing

Ebert TR, Martin DT, McDonald W, Victor J, Plummer J, Withers RT

Eur J Appl Physiol 6: 1-8, 2005

Existe poca información sobre la potencia de trabajo demandada en carreras de ciclismo femeninas en ruta. El objetivo de esta investigación fue documentar la potencia de trabajo generada por ciclistas de elite femeninas que alcanzaron buenos resultados en carreras de la copa del mundo, llanas (FLAT) y con montaña (HILLY). La potencia de trabajo fue evaluada en 27 carreras (19 FLAT y 8 HILLY) con 15 ciclistas (24,1±4 años; VO_2max : 63,6±2,4 ml/kg/min; W_{max} : 310±25 W). Se determinó en la prueba de esfuerzo en laboratorio, además de W_{max} , el umbral láctico (LT) y el umbral anaeróbico (AT). Las bicicletas fueron equipadas por medidores de potencia (SRM), recogiendo datos de W , cadencia (rpm), distancia (km) y velocidad (km/h). Los datos de

carrera fueron analizados para establecer el tiempo en potencia desarrollada, los periodos entre umbrales y la potencia máxima media (MMP) desarrollada. Cuando se compararon con HILLY, FLAT se realizaron a similar cadencia (75 ± 8 vs 75 ± 4 rpm), pero a mayor velocidad ($37,6\pm 2,6$ vs $33,9\pm 2,7$ km/h, $p=0,008$) y potencia de trabajo (192 ± 21 vs 169 ± 17 W, $p=0,04$; $3,3\pm 0,3$ vs $3,0\pm 0,4$ W/kg, $p=0,04$). Durante las carreras FLAT, las corredoras permanecieron más tiempo por encima de los 500 W, mientras que un mayor tiempo estuvieron entre 100 y 300 W (LT-AT) en carreras HILLY, con mayores MMPs en 180-300s. Por tanto, el perfil del terreno influyó en la potencia de trabajo desarrollada de las ciclistas. Los datos son los primeros en definir los requerimientos de potencia de trabajo asociados a eventos competitivos de la copa del mundo de ciclismo femenino.

Validez y fiabilidad de los sistemas analizadores del intercambio gaseoso comercialmente disponibles

Validity and reliability of selected commercially available metabolic analyzer systems

Hodges LD, Brodie DA, Bromley PD

Scand J Med Sci Sports 15: 271-279, 2005

La validez y fiabilidad de muchos de los analizadores de gases respirados comercialmente disponibles no ha sido estudiada, existiendo pocos estudios de grupos independientes que hayan realizado dicha valoración. En esta revisión se examinaron los estudios realizados en relación con el estudio de validez y fiabilidad de estos aparatos. El estudio reveló significativas diferencias entre los sistemas de medida. Los sistemas de medida *on-line* varían sistemáticamente al compararlos al *patrón oro*, esto es, el saco de Douglas. Estas variaciones pueden dar errores a la hora de recomendar cargas de entrenamiento ó de valorar la capacidad funcional. Muchos sistemas automáticos generan datos sin explicar detalladamente los procesos de obtención y procesamiento de los mismos. Es necesario preguntarse el nivel de error de la medida, y si este es tolerable para los fines de un laboratorio. Los autores ofrecen algunas sugerencias sobre la comparación de sistemas de análisis de gases.

Desoxigenación muscular respiratoria y valoración del umbral ventilatorio utilizando espectroscopia infrarroja en niños

Respiratory muscle deoxygenation and ventilatory threshold assessments using near infrared spectroscopy in children

Moalla W, Dupont G, Berthoin S, Ahmaidi S

Int J Sports Med 26: 576-582, 2005

El objetivo de esta investigación fue valorar la desoxigenación de los músculos respiratorios y determinar el umbral ventilatorio utilizando espectroscopia infrarroja (MIRS) en niños durante ejercicio incremental. Catorce niños ($12,8\pm 1,4$ años) realizaron un test de ejercicio incremental sobre un cicloergómetro, utilizando NIRS para valorar la desoxigenación de los músculos respiratorios. Distintos parámetros ventilatorios (VO_2 , VCO_2 , VE), W y saturación tisular de oxígeno (StO_2) fueron medidos durante el ejercicio. El umbral ventilatorio fue determinado por dos métodos: V-slope (VT-Vslope) y

NIRS (punto de rápido descenso de la StO_2 (VTnirs). Durante el ejercicio, los músculos desoxigenaron según la intensidad de ejercicio fue en aumento, con un descenso progresivo de la StO_2 hasta observar un descenso abrupto. No se observaron diferencias significativas entre las variables cardiopulmonares correspondientes a la determinación del umbral ventilatorio por ambos métodos. Los dos métodos mostraron un buen acuerdo, alcanzando además una relación significativa para cada parámetro evaluado por ambas metodologías. En conclusión, durante el ejercicio incremental se observa una desoxigenación de los músculos respiratorios en niños, pudiendo determinarse el umbral ventilatorio por NIRS.

Determinación de la capacidad anaeróbica utilizando ergometría en tapiz rodante

Determining anaerobic capacity using treadmill ergometry

Striegel H, Emde F, Ploog N, Roecker K, Horstmann T, Dickhuth HH

Int J Sports Med 26: 563-568, 2005

La determinación de la capacidad anaeróbica (AC) utilizando tapiz rodante es complicada tanto desde un punto de vista técnico como metodológico. En este estudio, se modificó un protocolo de Monod y Scherrer para examinar si la AC podría ser determinada en tres grupos de sujetos con diferentes niveles de entrenamiento anaeróbico. Los grupos consistieron en 10 sujetos no entrenados (UT), 10 corredores de entrenamiento aeróbico (AeT) y 10 corredores de 400 m (AnT). En dos test de series separadas, se determinaron el VO_2max y el IAT, con el fin de determinar la potencia aeróbica de todos los sujetos. Todos los sujetos realizaron series de sprint con aumento de la velocidad por encima del VO_2max , calculando la carga de trabajo de cada test. Por regresión lineal, el punto de intersección de la línea de regresión con el eje Y fue definida como la AC global. Los resultados mostraron valores más elevados de VO_2max y IAT en AeT en comparación con UT y AnT. AC fue significativamente más alto en AnT en comparación con AeT y UT. Los valores absolutos alcanzados en este test en la AC fueron menores que los alcanzados en cicloergómetro. Una razón es que no se tuvo en cuenta el trabajo horizontal en la cinta. Otra explicación es que la magnitud de los valores calculados de AC muestran una dependencia respecto a la duración de cada test de sprint. Además, la velocidad crítica en todos los sujetos se situó por encima del IAT, lo que lleva a infraestimar la AC. En conclusión, el procedimiento ensayado permite la diferenciación entre los componentes de un colectivo, pero no permite una determinación fiable y correcta de la capacidad anaeróbica.

La velocidad de nado crítica no representa la velocidad en el máximo estado estable del lactato

Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state

Dejerle J, Pelayo P, Clipet B, Depretz S, Lefevre T, Sidney M

Int J Sports Med 26: 524-530, 2005

La potencia crítica y la velocidad de nado crítica (CSS) están matemáticamente definidas como las intensidades que teóricamente podrían ser mantenidas indefinidamente

sin agotamiento. Varias investigaciones se han desarrollado para atribuir un significado fisiológico a esas variables, pero los resultados en natación son equívocos. El objetivo de esta investigación fue comparar la CSS con la valoración directa de la velocidad correspondiente al máximo estado estable del lactato (S-MLSS). Ocho nadadores bien entrenados realizaron 4 test hasta el agotamiento (95, 100, 105 y 110 % de la velocidad aeróbica máxima (MAS) con el fin de determinar la CSS en una relación distancia tiempo. La S-MLSS se determinó de 4 test de intensidad submáxima de 30min de duración (75-90% de la MAS). Los resultados mostraron que la CSS (92,7% MAS) fue significativamente más alta que la S-MLSS (88,3% MAS), observando asimismo que el grado de desacuerdo entre ambas variables fue excesivo como para utilizar ambas de manera intercambiable. Sin embargo, CSS y S-MLSS se correlacionaron ($r=0,87$) significativamente. Los resultados de este estudio demuestran que en natación, la CSS no representa la máxima velocidad que puede ser mantenida sin un continuo aumento de la concentración de lactato en sangre, por lo que la determinación directa de S-MLSS es necesaria si queremos otorgar precisión en los estudios experimentales.

Variación individual en la reducción de la frecuencia cardiaca y el rendimiento en los umbrales lácticos en hipoxia normobárica aguda

Individual variation in the reduction of heart rate and performance at lactate thresholds in acute normobaric hypoxia

*Friedmann B, Frese F, Menold E, Bartsch P
Int J Sports Med 26: 531-536, 2005*

La monitorización de la frecuencia cardiaca y las medidas del lactato son utilizadas para controlar la intensidad del ejercicio durante el entrenamiento en moderada altitud, aunque no existe certeza acerca de los cambios que induce la hipoxia en esos parámetros en equivalentes intensidades submáximas en comparación con la normoxia. Para estudiar la influencia de la hipoxia normobárica aguda (FiO_2 0,15) sobre la frecuencia cardiaca y el rendimiento en el IAT, 4mM (AT) e intensidad correspondiente al 80% VO_2 max en cada ambiente, 20 corredores de resistencia aeróbica realizaron un test incremental en tapiz rodante en normoxia e hipoxia normobárica. Durante el ejercicio en hipoxia normobárica, la frecuencia cardiaca y la velocidad se redujeron significativamente con amplia variación individual en el IAT (rango: -1 a -17 lpm; -0,3 a -3,5 km/h), en el AT (rango: -2 a -13 lpm; -0,2 a -3,3 km/h) así como en la intensidad correspondiente al 80% VO_2 max (rango: 0 a -18 lpm; -1,1 a -3,7 km/h). El VO_2 relativo a los umbrales lácticos expresado como % VO_2 max no varió significativamente entre las condiciones, pero mostró una considerable variación interindividual. En conclusión, la frecuencia cardiaca y el rendimiento tienden a reducirse individualmente con gran variación durante el ejercicio realizado en ambiente de hipoxia, en orden a alcanzar una intensidad equivalente en comparación con el ejercicio en normoxia.

Los receptores adrenérgicos beta-1 influyen en el origen de la deflexión de la curva de la frecuencia cardiaca en ejercicio incremental

Beta1-adrenoceptor mediated origin of the heart rate performance curve deflection
*Hofmann P, Wonisch M, Pokan R, Schwabberger G, Smekal G, von Duvillard SP
Med Sci Sports Exerc 37: 1704-1709, 2005*

La deflexión de la curva de la frecuencia cardiaca (HRPC) se ha descrito como un marcador objetivo del rendimiento submáximo. La respuesta de la HR al ejercicio incremental no es lineal, ni uniforme, no encontrando explicaciones fisiológicas adecuadas a este fenómeno de deflexión. Los autores hipotizaron que las diferencias en las localizaciones de los beta-1-adrenorreceptores puede ser una posible explicación de esas diferencias. El objetivo de esta investigación fue estudiar la influencia de la administración de bisoprolol (Bi), un antagonista altamente selectivo de los adrenorreceptores beta-1 (beta1-AR) sobre la HRPC en sujetos jóvenes, con diferentes patrones de respuesta de la HR. Dieciséis sujetos fueron tratados aleatoriamente con Bi o con placebo (P1) en protocolos separados. La respuesta de la HR durante el ejercicio fue comparada en los dos protocolos. La concentración de lactato sanguíneo (La) y las variables ventilatorias fueron evaluadas en los dos test. Los resultados mostraron que Bi modificó la dirección de HRPC más en los sujetos con respuesta regular de deflexión de la frecuencia cardiaca con placebo, que en aquellos con respuesta lineal o no regular. La influencia de Bi sobre la HR y el segundo punto de aumento del La se relacionó significativamente ($r=0,78$; $p<0,001$) con el patrón de la HRPC en condiciones P1. En conclusión, los autores sugieren que las diferencias entre los sujetos con respuesta de aplanamiento regular vs no regular de la HRPC pueden ser debidos a diferencias en la localización de los beta1-AR. El origen de la deflexión de la HR es mediada en parte por la sensibilidad de los beta1-receptores.

Validez de un protocolo de visita única para estimar el máximo estado estable del lactato

Validity of a single-visit protocol to estimate the maximum lactate steady state

Kilding AE, Jones AM

Med Sci Sports Exerc 37: 1734-1740, 2005

El máximo estado estable del lactato (MLSS) representa la mayor intensidad de ejercicio, en la que se alcanza un equilibrio entre la tasa de producción de lactato y la tasa de aclaramiento del mismo. El MLSS es un importante determinante del rendimiento de resistencia aeróbico, pero su determinación es laboriosa ya que exige 4-5 visitas al laboratorio, consumiendo un exceso de tiempo y trabajo en ello. El objetivo de esta investigación fue comparar el MLSS estimado con un protocolo de visita única (MLSSsimple) con el método tradicional (MLSStrad). Después de un test incremental en tapiz rodante la determinar el VO_2 pico, ocho corredores de resistencia aeróbica entrenados completaron; 1) una serie de 4-5 periodos de carrera de 30 min de duración en tapiz rodante, en días separados, para determinar MLSStrad; y 2) un protocolo de visita única, que consistió en dos periodos de 20 min de duración en tapiz rodante, al 65% y 90% VO_2 pico, separados por 40 min de reposo, para determinar el MLSSsimple. La concentración sanguínea de lactato (La), VO_2 y frecuencia cardiaca (HR) fueron evaluados cada 5 min en todos los test. Los resultados mostraron que el MLSSsimple infraestimó el MLSStrad con respecto a la velocidad (13,4 vs 16,4 km/h), HR (148 vs 170 lpm), La (2,3 vs 3,9 mmol/l) y % VO_2 pico (75% vs 90%). Además la velocidad correspondiente al MLSSsimple no se correlacionó con la correspondiente al MLSStrad. En conclusión, el método de una sola visita al laboratorio para estimar el MLSS, infravalora el valor real del MLSS.

Especificidad del VO₂max y del umbral ventilatorio en natación y cicloergometría: comparación entre triatletas y corredores

Specificity of VO₂max and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers

Roels B, Schmitt L, Libicz S, Bentley D, Richalet JP, Millet G

Br J Sports Med 39: 965-968, 2005

El objetivo de esta investigación fue comparar la frecuencia cardíaca máxima (HRmax), VO₂max y umbral ventilatorio (VT; %VO₂max) durante cicloergometría y natación estilo libre, entre nadadores y triatletas. Nueve nadadores y diez triatletas completaron un test incremental nadando y en cicloergómetro hasta el agotamiento. Los resultados mostraron que los nadadores exhibieron un mayor VO₂max en natación que en ciclismo, mientras que ocurrió lo contrario en triatletas. La HRmax fue diferente entre los test realizados en natación vs cicloergómetro para los triatletas (174,8 vs 188,6 lpm). En el test máximo en natación, la HRmax fue mayor en los nadadores que en los triatletas. No se encontraron diferencias significativas para VT entre nadadores y triatletas, medidos en natación o cicloergómetro. En conclusión, este estudio confirma que el tipo de test afecta a los valores de VO₂max, y que los nadadores tienen adaptaciones muy específicas a su deporte en comparación con los triatletas. En contraste, los diferentes tipos de entrenamiento no parecen influenciar al VT, y esta variable no difiere entre los dos tipos de test en los dos grupos.

Test incremental específico en jugadores de squash de elite

Specific incremental test in elite squash players

Girard O, Sciberras P, Habrard M, Hot P, Chevalier R, Millet GP

Br J Sports Med 39: 921-926, 2005

El objetivo de esta investigación fue comparar las respuestas cardiorrespiratorias entre tests incrementales en tapiz rodante (no específico) y de campo (específico) en jugadores de squash de elite. Siete jugadores de elite realizaron un test incremental en tapiz rodante (TT) y un test de campo específico de squash (ST) hasta el agotamiento. El ST consistió en la repetición de desplazamientos propios del squash, aumentando progresivamente la velocidad de los desplazamientos. En ambos test, las variables ventilatorias y la frecuencia cardíaca fueron determinadas en el umbral ventilatorio (VT1) y punto de compensación de la acidosis metabólica (VT2), así como en la máxima carga de trabajo alcanzada (max). Los resultados mostraron que la frecuencia cardíaca y el %VO₂max en VT1 y VT2 no fueron diferentes entre TT y ST, mientras que el VO₂max fue mayor en el ST que en TT. El tiempo hasta el agotamiento no fue diferente entre ST y TT, pero solo correlacionó con la posición en el ranking del jugador en el ST ($r = -0,96$; $p < 0,001$). En conclusión, los valores de VO₂max derivados del test de laboratorio no fueron relevantes para estimar de forma exacta la condición física de los jugadores de squash. Por otra parte, los test de campo pueden ser de utilidad como un test adicional para la determinación de la intensidad del entrenamiento. La mejora en la metodología del entrenamiento para prescribir ejercicios aeróbicos o la perfección de la técnica pueden ser de utilidad de los hallazgos de este estudio.

Valoración cardiorrespiratoria de la condición física sin prueba de esfuerzo

Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing

Jurca R, Jackson AS, LaMonte MJ, Morrow JR Jr, Blair SN, Wareham NJ, Haskell WL, van Mechelen W, Church TS, Jakicic JM, Laukkanen R

Am J Prev Med 29: 185-193, 2005

El bajo nivel de condición física cardiorrespiratoria (CRF), se asocia con un incremento del riesgo de mortalidad y de sufrir enfermedades crónicas; sin embargo, la valoración de CRF no se lleva a cabo, habitualmente, en muchos servicios de salud. El propósito de este estudio consistía en elaborar un modelo de prueba, sin ejercicio, con objeto de estimar CRF mediante indicadores de salud ordinarios. Se valoraron hombres y mujeres (n = 1863) de entre 20 y 70 años de edad, a quienes se les cuantificó en CRF con una ergometría máxima o submáxima como parte de las pruebas del Centro Espacial Jonson/NASA, Estudio Longitudinal del Centro "Aerobics" (ACLS, n = 46.190); y el "Allied Dunbar National Fitness Survey (ADNFS, n = 1706). Además, se tuvieron en cuenta el género, edad, índice de masa corporal, frecuencia cardiaca de reposo, y un cuestionario de actividad física. Todas las variables empleadas en el modelo de regresión lineal se relacionaban, independientemente, con CRF en cada uno de los estudios de cohortes. El coeficiente de correlación obtenidos con los participantes en NASA, AXLS, y ADNFS era del 0.81, 0.77, y 0.76. El error estándar (SEE) era de 1,45; 1,5; y 1,97 METs, respectivamente. Todos los modelos de regresión demostraron una elevada nivel de validación transversal ($0,72 < R < 0,8$). El mayor coeficiente de validación se observaba cuando el modelo de regresión de NASA se aplicaba al ACLS y ADNFS ($R = 0,76$ y $R = 0,75$, respectivamente). Como conclusión, este estudio sugiere que puede hacerse una estimación de CRF en adultos mediante valoración sin ejercicio, que tenga en cuenta género, edad, índice de masa corporal, frecuencia cardiaca de reposo, y formulario sobre hábitos de actividad física.

Comparación de los analizadores de lactato "Lactato Pro" vs "Analox GM7"

Comparison of the lactate Pro and Analox GM7 blood lactate analysers

van Someren KA, Howatson G, Nunan D, Thatcher R, Shave R

Int J Sports Med 26: 657-661, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de acuerdo entre los analizadores de lactato "Lactato Pro" y "Analox GM7" en la medición de las concentraciones de lactato en sangre, además de examinar si esos analizadores pueden ser utilizados indistintamente para identificar parámetros relacionados con la concentración sanguínea de lactato, utilizados rutinariamente en la valoración fisiológica en atletas. Veinte ciclistas bien entrenados realizaron un test en cicloergómetro hasta el agotamiento, obteniéndose muestras duplicadas de sangre durante el desarrollo del test, para determinar las concentraciones de lactato por los dos analizadores. Se calcularon la potencia de trabajo (W) y la frecuencia cardiaca (HR) en LT, y en valores de lactato correspondientes con 1, 2 y 4 mmol/l. Los resultados mostraron una fuerte relación lineal entre los dos analizadores, aunque el "Lactato Pro" sobreestimó las concentraciones de lactato en comparación con el "Analox GM7". Se encontraron diferencias significa-

tivas entre los analizadores (HR y W) en concentraciones de lactato de 1, 2 y 4 mmol/l, no encontrando diferencias en los valores correspondientes a LT. En conclusión, la diferencia de medición entre los analizadores se situó en un 40%. Este bajo nivel de acuerdo en las medidas, junto con las diferencias encontradas asociadas a valores estándar de lactato en sangre, indican que estos analizadores no debería utilizarse de forma intercambiable.

Lactato, amonio y urea en sudor, en jugadores de rugby.

Sweat, lactate, ammonia and urea in rugby players

Alvarez-Ordóñez I, García-López D, De Paz JA, González-Gallego J

Int J Sports Med 26: 632-637, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar la eliminación de lactato, urea y amonio por el sudor, en jugadores de rugby. Quince deportistas varones participaron en la investigación, recogiendo los datos del estudio durante los partidos oficiales disputados en la temporada regular. Se valoraron las concentraciones plasmáticas y en sudor de lactato, urea y amonio antes y después de los partidos disputados. Los valores pico de la actividad de la creatin quinasa se detectaron a las 24 h de disputado el partido. Los resultados mostraron además que no hubo cambios en los valores de lactato en plasma en las diferentes muestras, aunque la tasa de secreción por unidad de superficie y tiempo se redujo después del partido. Las concentraciones de amonio en sudor aumentaron significativamente durante el partido, reduciéndose los valores significativamente a las 24 h, manteniéndose bajos a las 72 h. La tasa de secreción también se redujo desde las 24 h post-partido. La concentración de urea se redujo a las 48 h, mientras que la tasa de secreción se redujo a las 24 y 48 h. El lactato en sangre se elevó durante el partido pero no después. El amonio plasmático también se elevó durante el partido, no siendo distinto a los valores de reposo a las 24 y 48 h. La urea en sangre tendió a descender durante el partido, con una reducción significativa a las 24 h. Se encontraron correlaciones significativas entre sangre y sudor para el amonio y la urea, pero no para el lactato. La tasa de sudoración correlacionó positivamente con la secreción de lactato en sudor. El hecho de que parte del amonio formado durante el ejercicio se pierda con el sudor indica la importancia del ciclo de las purinas durante un partido de rugby. Los datos también confirman que la concentración de lactato en sudor no está influenciada por el lactato circulante en sangre en jugadores de rugby.

Correlaciones entre variables fisiológicas y rendimiento en ciclistas de montaña de alto nivel

Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists

Impellizzeri FM, Marcora SM, Rampinini E, Mognoni P, Sassi A

Br J Sports Med 39: 747-751, 2005

El objetivo de esta investigación fue examinar la relación entre varios índices máximos y submáximos de la condición aeróbica y el rendimiento de ciclistas de monta-

ña de nivel homogéneo. Doce ciclistas de elite de montaña completaron el estudio; se les evaluó el VO_2max y la potencia pico (W_{max}) como valores máximos, y la potencia y el VO_2 correspondientes al VT1 y VT2 como valores submáximos. Todas esas variables fueron correlacionadas con el rendimiento de los ciclistas durante una carrera en circuito. Los resultados mostraron que el único índice fisiológico de la condición aeróbica correlacionado con el rendimiento fueron la potencia y el VO_2 correspondientes al VT2 y normalizados por el peso corporal ($r = -0,63$; y $r = -0,66$, respectivamente; $p < 0,05$). Los valores máximos y los relacionados con el VT1 no se correlacionaron con el rendimiento de los ciclistas. En conclusión, los resultados de este estudio sugieren que los índices submáximos de la condición aeróbica relacionados con el VT2 son más importantes indicadores de rendimiento en ciclistas de montaña, que los indicadores máximos o los relacionados con el VT1. Este estudio confirma además la importancia de la masa corporal para el rendimiento de estos ciclistas. Como la condición aeróbica solo explica el 40% de la varianza, otros factores fisiológicos y técnicos deberían ser investigados, para realizar una aproximación más completa a los factores que determinan el rendimiento en esta especialidad deportiva.

Velocidad seleccionada por sensaciones y velocidad en el máximo estado estable del lactato en natación

Self selected speed and maximal lactate steady state speed in swimming

Baron B, Deckerle J, Depretz S, Lefevre T, Pelayo P

J Sports Med Phys Fitness 45: 1-6, 2005

Los objetivos de este estudio fueron valorar si los parámetros fisiológicos y de estilo permanecen estables durante 2 h de ejercicio realizados a una velocidad seleccionada por el deportista (S4), y si esa velocidad corresponde a la asociada al máximo estado estable del lactato (SMLSS). Diez nadadores de competición realizaron un test máximo en estilo libre de 400 m, 4 test de 30 min nadando para determinar el SMLSS y un test de 2 h nadando a la velocidad seleccionada por el propio deportista (S4); se valoraron la frecuencia de brazada (SR4) y la longitud de la misma (SL4), definidas como la media observada entre el min 5 y 15 de los test. Durante los test de 2 h de valoraron parámetros metabólicos, respiratorios y de estilo, así como la percepción de esfuerzo (CR10). Los resultados mostraron que S4 y SMLSS no fueron diferentes, y mostraron un alto grado de correlación. S4 y SL4 disminuyeron significativamente después del estado estable de 68 min y 100 min, respectivamente, mientras que SR4 permaneció constante. Los valores de VO_2 , VCO_2 y frecuencia cardiaca no mostraron diferencias entre los min 10 y 120 del test de 2 h, mientras que la concentración capilar de lactato (La) disminuyó significativamente. Además, la percepción del esfuerzo respiratoria no fue distinta entre los min 10 y 120 del test de 2 h, mientras que la RPE general y muscular aumentaron significativamente. En conclusión, considerando el La, SL4 y CR10, los parámetros musculares y probablemente la depleción de glucógeno parecen los factores limitantes principales que impiden el mantenimiento de la velocidad de nado seleccionada por el propio nadador.

Un test para establecer el VO_2max a pesar de no presentar meseta estable de VO_2 en un test en rampa

A test to establish maximum O₂ uptake despite no plateau in the O₂ uptake response to ramp incremental exercise

Rossiter HB, Kowalchuk JM, Whipp BJ

J Appl Physiol (epub ahead of print) 10-nov, 2005

La respuesta del VO_2 en un test en rampa incremental (RI) no demuestra de forma consistente un comportamiento en meseta en el límite de la tolerancia, habiéndose sugerido que no se alcanzan los requerimientos suficientes para alcanzar un verdadero VO_2max , a pesar de un aparente esfuerzo máximo. El objetivo de esta investigación fue determinar si un escalón adicional de ejercicio (SE) en una carga de trabajo superior a la máxima alcanzada en el test en rampa precedente, podría establecer un criterio de meseta. Siete adultos sanos realizaron un test en rampa (20 W/min) hasta el límite de la tolerancia, seguido de 5 min de recuperación a 20 w, aplicando a continuación una carga correspondiente al 105% (RISE-105) de la carga final alcanzada en el RI. Cinco de los siete sujetos también realizaron un test RI seguido de SE al 95% (RISE-95) de la máxima carga alcanzada en RI. Los valores del VO_2 se expresaron como la media de los 15 s, para establecer los valores máximos alcanzados. Los resultados mostraron que no se pudo diferenciar una estabilidad de los valores de VO_2 (meseta) ni durante RI, ni en SE. Aunque la carga máxima alcanzada fue mayor en RISE-105 que en RI, los valores del VO_2pico no fueron diferentes. De forma similar, en el test RISE-95, los valores de VO_2pico no fueron diferentes, a pesar de desarrollar más carga de trabajo en RI. La falta de diferencias entre los valores de VO_2pico establecidos en las diferentes cargas de trabajo, muestra que los valores obtenidos fueron máximos (VO_2max) con el protocolo en rampa, a pesar de no evidenciar criterios de meseta estable.

Efectos de la intensidad del entrenamiento sobre la capacidad buffer en mujeres

The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females

Edge J, Bishop D, Goodman C

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 10-nov, 2005

Los autores examinaron los cambios en la capacidad buffer muscular y el umbral láctico (LT) después de 5 semanas de entrenamiento interválico de alta intensidad (INT) por encima del LT, o después de un entrenamiento continuo de moderada intensidad (CON) justo por debajo del LT. Antes e inmediatamente después del entrenamiento, 16 mujeres realizaron un test ergométrico, seguido dos días después de una biopsia muscular del vasto lateral para determinar la capacidad buffer muscular. Después del test ergométrico inicial, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a los grupos de entrenamiento INT o CON. Los sujetos entonces desarrollaron su entrenamiento durante 5 semanas en bicicleta, 3 días/semana, desarrollando INT (6-10 x 2 min al 120-140% LT con 1 min de reposo) o CON (80-95% LT). El volumen total de entrenamiento fue el mismo para los dos grupos. Los resultados mostraron como después del

entrenamiento ambos grupos mejoraron su LT (7-10%; $p < 0,05$), sin diferencias entre grupos. El grupo INT, sin embargo, mejoró más su capacidad buffer que el grupo CON. Los resultados mostraron que si se iguala el volumen de entrenamiento, el entrenamiento de alta intensidad (>LT) provoca mejoras en el LT similares al entrenamiento continuo de menor intensidad, aunque provoca mayores adaptaciones en la capacidad buffer muscular. Esto sugiere que la intensidad del entrenamiento es un importante determinante para los cambios en la capacidad buffer muscular.

La variabilidad de la frecuencia cardiaca valora el sobreesfuerzo en mujeres activas y sedentarias

Heart rate variability assessment of overreaching in active and sedentary females

Winsley RJ, Battersby GL, Cockle HC

Int J Sports Med 26: 768-773, 2005

La variabilidad de la frecuencia cardiaca en reposo (HRV) fue comparada entre mujeres activas y sedentarias, antes, durante y después de 2 semanas de protocolo de sobreesfuerzo. Veinte mujeres activas y veinte sedentarias fueron subdivididas en sus grupos, en grupo experimental y grupo control. Los grupos experimentales de las mujeres activas y sedentarias completaron un protocolo de sobreesfuerzo (ejercicio de resistencia, 40min por sesión al 70-90% FC de reserva, 7días/semana). El grupo experimental activo mostró un aumento en potencia de baja frecuencia y un descenso en la potencia de alta frecuencia, a lo largo de las semanas de intervención, aunque no se encontró significación estadística de efecto entre grupos. El grupo experimental sedentario, sin embargo, mostró un aumento significativo en la potencia de baja frecuencia y un descenso en la de alta frecuencia durante la fase de sobreesfuerzo, sugiriendo una preponderancia de la modulación simpática cardiaca. Estos hallazgos se produjeron sin modificaciones en la frecuencia cardiaca de reposo. Ningún grupo control mostró cambios significativos. Los datos sugieren un mayor cambio en el balance simpático-vagal en las mujeres sedentarias expuestas a un protocolo de sobreesfuerzo, en comparación con las mujeres activas físicamente.

¿Hay límites a los records del Mundo de carrera?

Are there limits to running world records?

Nevill AM, Whyte G

Med Sci Sports Exerc. 37:1785-1788. 2005

Los investigadores precedentes han empleado modelos lineales para pronosticar los futuros records del Mundo de carrera, basados en los últimos registros del siglo XX. Estos modelos presuponen que no hay límites al rendimiento humano, y que las mujeres, al final, correrán más rápido que los hombres. El propósito de este artículo era analizar si una curva en forma de S achatada podría ser un modelo más biológico, y podría dar una mejor interpretación, lo que supondría que los records mundiales podrían tender hacia una curva asintótica en un futuro. Se trasladaron los records del Mundo del siglo XX a una curva logística en forma de S achatada. La curvas logísticas producen mejores ajustes a estos records que los modelos lineales.

les (determinado por separación/partición con ANOVA). Los modelos identificaron un crecimiento lento en la velocidad del record mundial durante los primeros años del siglo, seguido por un periodo de "aceleración" a mediados de siglo (debido a la profesionalización del deporte y los avances tecnológicos y científicos), y la consecuente reducción de la prevalencia de la obtención de record a finales de siglo. El modelo pronostica que los records del Mundo masculinos están llegando a los límites de la asíntota (en 1 - 3%). Sorprendentemente, el actual record de velocidad femenino de 1500 m, de 6,51 m/s podría haber llegado ya a su límite (tiempo: 3:50:46). Algunos de los records del Mundo masculinos y femeninos de carreras de fondo ya establecidos se hayan cerca de los límites, y por tanto, es poco probable que los femeninos alcancen a los masculinos.

Efectos del ejercicio isocinético de alta intensidad sobre el cortisol en saliva en atletas con diferentes esquemas de entrenamiento: relación entre el cortisol y el lactato séricos

Effects of high-intensity isokinetic exercise on salivary cortisol in athletes with different training schedules: relationships to serum cortisol and lactate

*Paccotti P, Minetto M, Terzolo M, Ventura M, Ganzit GP, Borrione P, Termine A, Angeli A
Int J Sports Med 26: 747-755, 2005*

El ejercicio físico se asocia con aumento de los niveles de cortisol en saliva y suero. El simultáneo aumento del lactato sérico ha sido implicado como uno de los mecanismos responsables de la activación adrenocortical. Los autores evaluaron las respuestas del lactato sérico y del cortisol en suero y saliva, frente a un ejercicio isocinético de alta intensidad en once atletas no competitivos (NCA) y en 20 de competición (CA). Este último grupo estaba compuesto por atletas de resistencia aeróbica (EA) y atletas de potencia (PA). Los objetivos del estudio fueron determinar las diferencias interindividuales en las respuestas del lactato y del cortisol, como función del tipo e intensidad del entrenamiento, y buscar las posibles relaciones entre la producción de lactato y cortisol, y entre las concentraciones de cortisol en saliva y suero. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en la respuesta del lactato entre NCA y CA, mientras que el grupo PA mostró mayores respuestas durante y después del ejercicio en comparación con EA. El cortisol sérico fue más alto en CA en comparación con NCA, a los 30 y 120 min post-ejercicio, mientras que no se encontraron diferencias entre los grupos PA y EA. La respuesta del cortisol en saliva fue más alta en CA en comparación con NCA, inmediatamente después del ejercicio, y a los 90 y 120 min post-ejercicio, y fue mayor en PA en comparación con EA a los 60, 90 y 120 min post-ejercicio. No se encontraron correlaciones significativas entre los valores de cortisol en saliva y séricos, respecto a los valores de lactato. La relación entre el cortisol sérico y salival no fue lineal. Los resultados confirman la existencia de una importante respuesta adrenocortical que puede ser evaluada mediante una muestra de saliva, soportando además el concepto de que las respuestas de cortisol y lactato al ejercicio isocinético de alta intensidad son independientes. Las diferencias interindividuales en los cambios del cortisol parecen relacionadas con el estado y tipo del entrenamiento, así como la correspondencia entre el protocolo de valoración y la disciplina realizada individualmente.

Valoración de un test de carrera intermitente de alta intensidad

The assessment of an intermittent high intensity running test

Psotta R, Blahus P, Cochrane DJ, Martin AJ

J Sports Med Phys Fitness 45: 248-256, 2005

En los deportes en los que se desarrollan sprint múltiples, la capacidad de realización de ejercicios máximos de alta intensidad parece más deporte-específico, que la capacidad para realizar ejercicios continuos de larga duración o realizar una única sesión de ejercicio. Sin embargo, estudios previos no han clarificado un método de test de campo con una apropiada patrón de ejercicio anaeróbico intermitente. El objetivo de esta investigación fue establecer la fiabilidad y validez de un Test de carrera anaeróbico intermitente (IANRT) desarrollado para jugadores de fútbol. Veintinueve adolescentes varones entrenados en fútbol realizaron dos sprints de 20m, y el IANRT sobre una pista de atletismo en dos sesiones, separadas por 24 h. El IANRT consistió en 10 sprints de 20 m con 20 s de recuperación entre sprints. Los resultados mostraron que la velocidad media de carrera, así como la velocidad de inicio y fin de cada sprint tuvo elevada fiabilidad. La velocidad media fue el indicador preferente para valorar la habilidad de mantener el rendimiento durante un ejercicio de tipo intermitente. En conclusión, el IANRT es un test válido y fiable, que refleja la potencia anaeróbica máxima en carrera y la capacidad de repetición de sprint en carrera.

La concentración de lactato en el máximo estado estable es independiente de la cadencia de pedaleo en sujetos activos

Maximal lactate steady state concentration independent of pedal cadence in active individuals

Denadai BS, Ruas VD, Figueira TR

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 3:1-4, 2005

El máximo estado estable del lactato (MLSS) se define como la mayor concentración de lactato en sangre que puede ser mantenida a lo largo del tiempo sin una acumulación continua de lactato en sangre. El objetivo de esta investigación fue analizar los efectos de la cadencia de pedaleo (50 vs 100 rpm) sobre el MLSS, y la carga de trabajo correspondiente al MLSS (MLSSw) durante ejercicio en bicicleta. Nieve ciclistas recreacionales realizaron un test incremental en cicloergómetro (50 y 100 rpm) para determinar el umbral anaeróbico (AT) y el pico de potencia (PW), y entre 2 y 4 test submáximos de carga constante (50 y 100 rpm) para determinar el MLSS y MLSSw. La MLSSw se definió como la más alta carga de trabajo en la que la concentración de lactato no aumentó más de 1 mM/l entre los min 10 y 30 de una carga constante. La intensidad en el máximo estado estable de lactato (MLSSi) se definió como la relación entre MLSSw y PW. Los resultados mostraron que la MLSSw y la MLSSi fueron mayores durante el pedaleo a 50 rpm que a 100 rpm. Sin embargo, no hubo diferencias en el MLSS entre 50 y 100 rpm ($4,8 \pm 1,6$ vs $4,7 \pm 0,8$ mM/l, respectivamente). En conclusión, la MLSSw y la MLSSi son dependientes de la cadencia de pedaleo en ciclistas recreacionales; sin embargo, este estudio mostró que la MLSS no está influenciada por la cadencia de pedaleo.

Efecto combinado de la hora del día y el ciclo menstrual sobre el umbral láctico

The combined effect of time of day and menstrual cycle on lactate threshold

Forsyth JJ, Reilly T

Med Sci Sports Exerc 37: 2046-2053, 2005

Este estudio examinó los efectos aislados y combinados de la hora del día y de la fase del ciclo menstrual sobre la determinación del umbral láctico (Tlac) y la concentración de lactato en sangre. Once atletas de resistencia ($32,4 \pm 6,9$ años) fueron valoradas a las 06:00 y 18:00 h, y en dos fases del ciclo menstrual, fase folicular y fase lútea. Se obtuvo una muestra de sangre capilar de un dedo del pie en reposo, y durante los últimos 30 s de un protocolo incremental con escalones de 3 min realizado en un remoergómetro. Para determinar Tlac se utilizó el procedimiento Dmax, metodología visual (Tlac-vis) y una concentración fija de lactato en sangre de 4 mM/l (Tlac-4mM). El umbral ventilatorio (VT) también fue determinado. Los resultados mostraron que en la fase media lútea del ciclo, el Tlac-4mM ocurrió en mayor intensidad de ejercicio, frecuencia cardíaca y VO_2 que en la fase media folicular. La concentración de lactato en sangre en VT y en Tlac-Dmax fue menor en la fase media lútea. No se detectaron efectos de interacción (ciclo menstrual x hora del día) con ninguno de los métodos utilizados para determinar el Tlac, o para los valores de lactato en sangre tanto en reposo como en ejercicio máximo. En conclusión, los hallazgos sugieren que cuando se utilizan concentraciones fijas de lactato en sangre en la valoración fisiológica, hay que considerar la fase del ciclo menstrual en la que se encuentra la mujer cuando se realiza el test.

Respuesta hormonal al ejercicio de remo de máxima intensidad antes y después de un gran incremento en el volumen de entrenamiento en remeros varones muy entrenados

Hormonal response to maximal rowing before and after heavy increase in training volume in highly trained male rowers

Maestu J, Jurimae J, Jurimae T

J Sports Med Phys Fitness 45: 121-126, 2005

Este estudio tenía como objetivo investigar la respuesta hormonal en reposo y durante la fase máxima de una ergometría de remo de 2000 m en 12 remeros bien entrenados antes y después de una fase de 3 semanas de entrenamiento especialmente pesado, y tras 2 semanas de afinamiento. Se obtuvieron muestras sanguíneas venosas antes, inmediatamente después y 30 minutos después de la recuperación del test referido. Se determinaron también testosterona, cortisol, y hormonas sexuales unidas a proteínas de transporte, testosterona libre, y el cociente testosterona/cortisol. El tiempo medio de entrenamiento era del 100% superior durante la fase de entrenamiento pesado (17,5 h/sem), a diferencia de la fase de afinamiento (8,9 h/sem). La distancia recorrida durante la prueba no diferían en las 3 pruebas. Los valores de testosterona y cortisol en reposo no se diferenciaron en los 3 casos. Las 3 semanas de entrenamiento pesado produjeron reducciones significativas en la tasa de testosterona libre y

en el cociente testosterona libre/cortisol. Estos mismos parámetros se incrementaron en la fase de pre-entrenamiento después de las 2 semanas de la fase de afinamiento. Tras el periodo de entrenamiento pesado se comprobó un significativamente bajo ($P < 0,05$) incremento inducido por el ejercicio en las cifras de testosterona libre. Como conclusión de los resultados se considera que el primer signo de reducción de la adaptabilidad en los deportistas es una reducción en el nivel de reposo de la testosterona libre y un menor incremento inducido por el ejercicio de carácter máximo en la concentración de testosterona libre. Además, un incremento de carga de trabajo superior a los 1000 minutos por semana puede ser mantenido durante 3 semanas cuando se sigue de una fase de afinamiento, en remeros varones altamente entrenados.

Determinación del máximo estado estable del lactato mediante un test incremental

Maximal lactate steady state determination with a single incremental test exercise

Laplaud D, Guinot M, Favre-Juvin A, Flore P

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 10-dic (1.7), 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar la potencia de trabajo asociada al máximo estado estable del lactato (MLSS) (W-MLSS) mediante un único test incremental. Once sujetos moderadamente entrenados (22 ± 1 años) realizaron un test incremental determinando la carga de trabajo correspondiente a VT1 y VT2 (W-VT1 y W-VT2), así como la correspondiente a un RER=1 (W-RER=1). Más tarde, cada sujeto realizó varios test de carga constante de 30 min de duración, con el fin de determinar el MLSS. La carga de trabajo utilizada para el primer test de carga constante fue la correspondiente al W-RER=1, determinada durante el test incremental. W-VT1 (175 ± 24 W) y W-VT2 (265 ± 31 W) fueron significativamente diferentes de W-MLSS (220 ± 36 W). Mientras, W-RER=1 (224 ± 33 W) fue similar a W-MLSS. La HR, RER y VO_2 fueron significativamente diferente entre los min 10 y 30, cuando se trabajó al W-RER=1 y en W-MLSS. En contraste, VO_2 y VCO_2 se mantuvieron constantes durante los 30min de ejercicio. La potencia de trabajo en VT1, RER=1 y VT2 se correlacionaron con VO_2 en MLSS, pero la relación fue más cerrada entre RER=1 y MLSS ($r=0,95$). Este estudio muestra que la potencia de trabajo asociada con un valor de RER=1 durante un test incremental, no difiere del determinado para MLSS. Por tanto, el MLSS puede ser estimado con un único test incremental.

Efecto de una recuperación activa combinada de un ejercicio supramáximo sobre el aclaramiento de lactato en sujetos entrenados y no entrenados

Effect of combined active recovery from supramaximal exercise on blood lactate disappearance in trained and untrained man

Gmada N, Bouhlel E, Mrizak I, Debabi H, Ben Jabrallah M, Tabka Z, Feki Y, Amri M

Int J Sports Med 26: 874-879, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de diferentes modalidades de recuperación activa sobre el aclaramiento de lactato, después de un ejercicio supramáximo en sujetos con distintos niveles de condición física aeróbica.

Catorce sujetos sanos (7 entrenados y 7 no entrenados), realizaron 3 ejercicios supramáximos intermitentes, al 60% del tiempo de agotamiento, al 120% $\text{VO}_{2\text{max}}$ (MAP) con periodos de 5 min de recuperación (2 x 5 min). El tercer periodo de ejercicio tuvo 20 min de recuperación. Los efectos de los cuatro tipos de recuperación fueron comparados entre sujetos entrenados y no entrenados: recuperación pasiva (PR), recuperación activa a intensidad correspondiente al VT1 menos un 20% (VT1), recuperación activa a intensidad correspondiente al VT2 menos un 20% (VT2) y una recuperación combinada (CR) consistente en 7 min en VT2, seguido de 13 min en VT1. Se midieron las concentraciones sanguíneas de lactato en reposo y durante la recuperación. El pico de lactato después del ejercicio supramáximo se observó antes con VT2 y CR (4° min) que con VT1 ó PR (7° min), tanto en entrenados como en no entrenados. La recuperación activa combinada (CR) provocó un aclaramiento de lactato más rápido que PR, VT1 y VT2 en el min 7 de recuperación en entrenados, y en el min 20 en no entrenados. Las condiciones CR y VT2 mostraron picos de lactato antes (4° min) que PR o VT1 (7° min). El aclaramiento de lactato fue más rápido en entrenados que en desentrenados. Los resultados sugieren que el nivel de condición física tiene un importante papel en la recuperación, principalmente en el patrón de descenso del lactato sanguíneo durante la recuperación activa combinada.

Validez y fiabilidad del medidor de potencia PowerTap en ciclismo en comparación con el sistema SRM

Validity and reliability of the powertap mobile cycling powermeter when compared with the SRM device

Bertucci W, Duc S, Villerius V, Pernin JN, Grappe F

Int J Sports Med 26 : 868-873, 2005

El sistema de medida de potencia en bicicleta SRM es muy popular para valorar la potencia desarrollada (PO), tanto en test de campo como en laboratorio. El PowerTap es un sistema más reciente y menos conocido, que permite la valoración de la PO. El objetivo de esta investigación fue valorar la fiabilidad y validez del PowerTap en comparación con el validado sistema SRM. La validez del PowerTap se realizó mediante la realización de varios test: 1) intensidades submáximas incrementales (de 100 a 420 W) sobre un tapiz rodante con diferentes cadencias de pedaleo (de 45 a 120 rpm), y posiciones sobre la bicicleta (de pie y sentado); 2) una intensidad continua submáxima durante 30 min; 3) una máxima intensidad (8 s de sprint) y 4) una carrera real de ciclismo. La fiabilidad se midió repitiendo 10 veces el test submáximo incremental y el test máximo. Los resultados mostraron una buena validez del PowerTap durante intensidades submáximas entre 100 y 450 W, pero menos validez para PO máximas durante el ejercicio de sprint, donde la validez parece dependiente del radio de giro. La fiabilidad del PowerTap es similar a la del SRM. En conclusión, el PowerTap debe ser considerado como un sistema válido para la medida de la PO durante intensidades submáximas tanto en laboratorio como en test de campo.

Efecto de la deshidratación inducida por el ejercicio sobre los parámetros relacionados con el lactato durante un test incremental

Effect of exercise-induced dehydration on lactate parameters during incremental exercise

Van Schuylenbergh R, Vanden Eynde B, Hespel P

Int J Sports Med 26: 854-858, 2005

Los ciclistas utilizan a menudo la frecuencia cardiaca o la potencia de trabajo obtenidas de medidas de lactato en sangre durante test incrementales para controlar la intensidad de entrenamiento. Sin embargo, las relaciones entre la frecuencia cardiaca o la potencia de trabajo y las concentraciones de lactato pueden variar en distintas condiciones, como la deshidratación. Por tanto, los investigadores estudiaron el impacto de la deshidratación inducida por el ejercicio sobre parámetros relacionados con el lactato en un test incremental. Nueve triatletas completaron dos sesiones de ejercicio en orden aleatorio con una semana de intervalo. Cada sesión consistió en 2 test de ejercicio incremental hasta el agotamiento en bicicleta (pretest, posttest), separados con ejercicio de 2 h de duración. En una sesión los ciclistas recibieron hidratación de forma adecuada (EH), mientras que en la otra sesión no se hidrataron (DH). Todos los sujetos recibieron la misma cantidad de hidratos de carbono. El LT (D-max) y el OBLA (4 mM) fueron calculados por las curvas de lactato. La pérdida de peso fue de $0,5 \pm 0,3$ kg en EH, y de $2,5 \pm 0,2$ kg en DH. Los resultados mostraron que la HR en LT permaneció sin cambios en las dos condiciones. Sin embargo, la HR en OBLA aumentó en 10 lpm del pretest al posttest, tanto en EH como en DH. En comparación con el pretest, la potencia de trabajo en posttest en LT se redujo (12%, $p < 0,05$) en DH, pero no en EH. La eficiencia mecánica en LT disminuyó en DH, pero no en EH. En conclusión, la frecuencia cardiaca más que la potencia de trabajo debería utilizarse como referencia de intensidad de entrenamiento en ciclistas que se ejercitan en condiciones climáticas que predispongan a la deshidratación. Además, la hidratación es esencial para conservar una óptima eficiencia mecánica.

Diferencias entre pruebas de velocidad en laboratorio y situaciones reales en ciclismo

Differences between sprint tests under laboratory and actual cycling conditions

Bertucci W, Talar R, Grappe F

J Sports Med Phys Fitness 45: 277-283, 2005

Los propósitos de este estudio consistían en comparar la potencia aeróbica pico (VO_{2pico}) y la relación fuerza/velocidad en ciclistas de velocidad obtenido de los resultados de laboratorio y de una prueba de campo durante carrera ciclista real. Se valoraron 7 ciclistas de competición varones que realizaron 6 "sprints" (3 en posición de sentado y 3 en posición de levantado) sobre un "ergo-trainer" (Tack Paises Bajos) y 6 "sprints" en bicicleta real en un gimnasio. La bici contaba con un sistema de entrenamiento SRM (Schoberer Rad Messtechnik, Germany) para medir (200 Hz) la potencia (PO, W); la cadencia de pedalada (rpm); y la velocidad (km/h). De estas medidas se consideraron la fuerza máxima sobre el pedal (Fmax); la fuerza máxima teórica (F0, N) y la cadencia de pedalada máxima teórica (V_0 , rpm). Durante cada "sprint" se

midieron también las oscilaciones laterales de la bicicleta con un análisis de video. Tanto en el caso de la ejecución levantado como en la posición sentado en el gimnasio, F0 y Fmax eran significativamente mayores ($p < 0,05$) que en el "ergo-trainer" (+12% y +32%, respectivamente). La potencia pico durante los ejercicio sentado y tumbado eran, significativamente ($p < 0,05$) menores (-4%) y mayores (+6%) con respecto al ergo-trainer. En la posición levantado el análisis cinemática indicaba una inclinación lateral media de 24°, con respecto a la inclinación nula del ergo-trainer. Como conclusión se considera que los resultados indican que PO, F0 y el tiempo requerido hasta llegar a PO pico diferían entre la prueba en laboratorio y el test de campo en condiciones reales. Para conseguir una estimación válida de la potencia pico es necesario realizar "sprints" en condiciones reales de ejecución. Es aconsejable utilizar en laboratorio un cicloergómetro que permita oscilaciones semejantes a las aparecidas en carrera real.

Respuesta fisiológica y psicológica en el esquí de campo a través de 100 km durante 2 días

Physiological and psychological responses to 100 km cross-country skiing during 2 days

Vaananen II, Vihko V

J Sports Med Phys Fitness 45: 301-305, 2005

El ejercicio físico puede tener efectos beneficiosos y perjudiciales sobre los tejidos corporales. El propósito de este artículo consistía en determinar cómo responde el cuerpo humano a una carrera de 100 km de esquí. Se hizo un seguimiento a lo largo de 2 días para medir la masa corporal, respuesta de la frecuencia cardiaca a la postura; percepción de dolor; amplitud de movimientos; perímetros musculares; salto vertical; creatín-quinasa (CK) y estado de humor. Se analizaron 10 hombres activos (34.8 ± 9.7 a, 1.82 ± 0.05 m, 76.1 ± 6.6 kg, IMC: 23.0 ± 1.5 kg/m²) participantes en la Carrera de Finlandia; en la cual se recorrían 100 km en 2 días. La sobrecarga cardiorrespiratoria se consideraba elevada (85 % de la frecuencia cardiaca máxima). Sin embargo, las medidas de las piernas no mostraron signos de edema o limitaciones en la flexibilidad o en la fuerza funcional. Como conclusión se considera que los sujetos con excelente condición física son capaces de esquiar a lo largo de 100 km durante 2 días sucesivos sin ningún trastorno considerable del sistema músculoesquelético, ni el nivel del humor.

Efecto del entrenamiento sobre la economía de carrera y el rendimiento deportivo en atletas recreativos

The effect of training on running economy and performance in recreational athletes

Beneke R, Hutler M

Med Sci Sports Exerc 37: 1794-1799, 2005

Con objeto de analizar el efecto de un programa de entrenamiento de 8 semanas sobre el coste energético de la carrera (C) y el rendimiento deportivo de 16 atletas recreativos varones se diseñaron un grupo de entrenamiento (TG, N = 8, 25.3 ± 2.9 a, 183.6 ± 7.3 cm, 80.9 ± 9.6 kg) y un grupo control (CG, N = 8, 24.3 ± 3.7 a, 179.3 ± 6.1 cm, 75.5 ± 8.0 kg), que repitieron 3 veces una prueba en dos escalones (TST) las semanas 0, 4,

y 8 (W0, W4, W8). Las velocidades de la primera (v-slow) y de la segunda serie (v-fast) fueron 2.4 ± 0.3 vs 2.5 ± 0.4 m x s(-1) y 3.7 ± 0.3 vs 3.9 ± 0.4 m.s (TG vs CG), respectivamente. El tiempo máximo de carrera en v-fast (T) se empleaba como medida del rendimiento deportivo. Se calculó C mediante el consume de oxígeno excedente del correspondiente al reposo, lactato sanguíneo y velocidad. El TG entrenó 3-5x semana(-1) y a una frecuencia cardiaca (HR) de ± 10 lpm de la frecuencia cardiaca medida en v-slow a W0 (161 ± 12 lpm). El CG no entrenó. A nivel de W0 no había diferencia significativa entre los grupos en T (377 ± 47 vs 335 ± 34 s) y C (v-slow: 4.1 ± 0.3 vs 4.3 ± 0.4 J x kg(-1) x m(-1); v-fast: 4.2 ± 0.4 vs 4.0 ± 0.4 J x kg(-1) x m(-1)). En CG, T y C se mantuvieron casi sin cambios en W4 (363 ± 38 s, 4.0 ± 0.4 J x kg(-1) x m(-1)) y en W8 (342 ± 49 s, 4.0 ± 0.3 J x kg(-1) x m(-1)). En TG, T aumentaba ($P < 0.05$) en W4 (469 ± 45 s) y en W8 (591 ± 109 s). En v-fast, también se halló un aumento de C ($P < 0.05$) a nivel de W8 (4.6 ± 0.4 J x kg(-1) x m(-1)), mientras que en v-slow, C disminuía ($P < 0.05$) en W4 (3.7 ± 0.4 J x kg(-1) x m(-1)) sin otro cambio adicional en W8 (3.7 ± 0.4 J x kg(-1) x m(-1)). Como conclusión se puede destacar que el entrenamiento incrementa el rendimiento de carrera en términos de T. Durante el período inicial de entrenamiento podía reducirse C a la velocidad predominante empleada durante el entrenamiento. Sin embargo, a velocidades de carrera superiores C puede incluso incrementarse si alargamos suficientemente el tiempo de duración de carrera.

Comparación de la capacidad tamponadora y la capacidad de repetir un “sprint” en sujetos desentrenados, deportistas entrenados en resistencia y en deportes de equipo

Comparison of muscle buffer capacity and repeated-sprint ability of untrained, endurance-trained and team-sport athletes

Edg E J, Bishop D, Hill-Haas S, Dawson B, Goodman C

Eur J Appl Physiol [Epub ahead of print] 19-oct, 1-10, 2005

Se determinó la capacidad tamponadora (BETAM) y la capacidad de repetir un “sprint” (RSA) en mujeres jóvenes, quienes pertenecían bien a deportistas de equipo (n=7); entrenadas en resistencia (n=6) o desentrenadas, pero físicamente activas (n=8). Todos los sujetos se sometieron a una prueba incremental para determinar FORMULA seguida, 2 días más tarde de un test en cicloergómetro de RSA (5x6 s, cada 30s). Se tomaron muestras musculares (vasto lateral) para medir BETAM. El grupo de deportes de equipo tenían un BETAM significativamente mayor que el grupo entrenados en resistencia y las desentrenadas (181 ± 27 vs. 148 ± 11 vs. 122 ± 32 $\mu\text{mol H}^+$ g dm^{-1} pH(-1) respectivamente; $P < 0.05$). El grupo de deportes de equipo también realizó mayor carga total relativa (299 ± 27 vs. 263 ± 31 vs. 223 ± 21 J kg(-1), respectivamente; $P < 0.05$) y absoluta (18.2 ± 1.6 vs. 14.6 ± 2.4 vs. 13.0 ± 1.9 kJ, respectivamente; $P < 0.05$) que los otros dos grupos durante el RSA. El grupo deportes de equipo también produjo una mayor concentración de lactato postejercicio, pero no pH. Había una correlación significativa entre BETAM y RSA ($r = 0.67$; $P < 0.05$). Los hallazgos mostraban que las mujeres jóvenes de deportes de equipo tenían un mayor BETAM que las de los otros grupos. Esto podría ser el resultado del entrenamiento intermitente de alta intensidad y la rivalidad competitiva de estas deportistas. También tiene un mayor RSA, por mejor rendimiento durante los primeros “sprints” de la prueba.

Relación entre el aumento de los índices de efectividad y el incremento de la eficiencia muscular ciclismo de potencia

Relationship between the increase of effectiveness indexes and the increase of muscular efficiency with cycling power

Zameziati K, Mornieux G, Rouffet D, Belli A

Eur J Appl Physiol [Epub ahead of print] 10-nov, 1-8, 2005

Se determinó el índice de efectividad (IE), definido como la relación de la tangente (fuerza efectiva) con la fuerza total aplicada sobre los pedales, empleando un método nuevo propuesto por Mornieux et al (J Biomech, 2005), y midiendo simultáneamente la eficiencia muscular durante una prueba submáxima en cicloergómetro a diferentes intensidades. Esto permite verificar si parte de los cambios en la eficiencia muscular podrían explicarse por una mejor orientación de la fuerza aplicada sobre los pedales. Se estudiaron 10 sujetos, a quienes se les sometió a una cicloergometría incremental hasta el agotamiento, comenzando a 100 W y aumentando 30 W cada 5 minutos, a 80 rpm. Se calcularon eficiencias brutas (GE) y netas (NE), a partir del consumo de oxígeno y W (Ext). De las medidas de fuerza tridimensionales se pudo determinar la fuerza total (F_{tot}); la eficaz (F_{tang}) y la fuerza ineficaz ($F_{rad+lat}$). Se midió IE como la relación entre F_{tang} y F_{tot} , aplicado sobre los pedales durante 3 intervalos de tiempo (p. ej.: durante la revolución completa (IE 360°); en la fase de bajada (IE 180° des) y en la fase de ascenso (IE 180° asc) se correlacionaba significativamente con GE ($r=0.79$ y 0.66 , respectivamente) y con NE ($r=0.66$ y 0.99 , respectivamente). Sin embargo IE 180° des no se correlacionaba con GE ni NE. Desde un punto de vista mecánico, durante el ascenso el sujeto era capaz de reducir la fuerza aplicada no impulsiva mediante una contracción muscular activa, contraria a la fase de descenso. Como consecuencia de esto el término "fase pasiva" que ordinariamente se aplica a la fase de ascenso parece obsoleto. El IE 180° asc puede explicar también pequeñas variaciones de GE y NE para un grupo recreativo.

10

Estrés Medioambiental

Efectos de la hipoxia aguda sobre el ejercicio máximo en mujeres entrenadas y sedentarias

Effect of acute hypoxia on maximal exercise in trained and sedentary women

Woorons X, Mollard P, Lamberto C, Letournel M, Richalet JP

Med Sci Sports Exerc 37: 147-154, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar las respuestas fisiológicas de mujeres sedentarias y entrenadas en resistencia aeróbica durante ejercicio de carácter máximo en diferentes niveles de hipoxia aguda. Catorce mujeres residentes a nivel del mar fueron distribuidas en 2 grupos de acuerdo a su condición física: 1) mujeres entrenadas en resistencia aeróbica (N=7; TW) con $VO_{2max} = 56,3 \pm 4,7$ ml/kg/min; y 2) mujeres sedentarias (N=7; SW) con $VO_{2max} = 34,8 \pm 5,6$ ml/kg/min. Todas realizaron cuatro test ergométricos de carácter máximo en cicloergómetro en normoxia y en tres condiciones de hipoxia ($FIO_2 = 0,187, 0,154$ y $0,117$, correspondiente a altitudes de 1000, 2500 y 4500 m, respectivamente). Los resultados mostraron que el VO_{2max} descendió significativamente $3,6 \pm 2,1, 14 \pm 2,5$ y $27,4 \pm 3,6\%$ en TW, y $5 \pm 4, 9,4 \pm 6,4$ y $18,7 \pm 7\%$ en SW, en 1000, 2500 y 4500 m, respectivamente. El descenso del VO_{2max} (ΔVO_{2max}) fue mayor en TW y por encima de los 2500 m. La saturación arterial de oxígeno (SpO_2) en ejercicio máximo fue menor en TW en cada nivel de altitud. La frecuencia cardiaca máxima disminuyó significativamente desde los 1000 m en los dos grupos. La SpO_2 se correlacionó con ΔVO_{2max} en 4500 m, y 2500 m, pero no en 1000 m. También se observó una correlación entre SpO_2 y el pulso de oxígeno en cada FIO_2 . En conclusión, los resultados demuestran que las mujeres entrenadas en resistencia muestran mayores descensos del VO_{2max} en elevada altitud. Esto podría ser explicado principalmente por una mayor desaturación arterial, que parece causada principalmente por limitación de la difusión alveolo-capilar.

Efectos del entrenamiento con intervalos hipóxico sobre el rendimiento en bicicleta

Effects of hypoxic interval training on cycling performance

Roels B, Millet GP, Marcoux CJ, Coste O, Bentley DJ, Candau RB

Med Sci Sports Exerc 37: 138-146, 2005

El objetivo de esta investigación fue valorar la hipótesis de que el entrenamiento con intervalos en ambiente de hipoxia mejora el rendimiento a nivel del mar en ciclistas, más que el entrenamiento equivalente en hipoxia normoxia. Treinta y tres ciclistas y triatletas bien entrenados ($VO_{2max} = 66,1 \pm 6,1$ ml/kg/min) fueron distribuidos en tres grupos: hipoxia intermitente (IHT, N = 11, $PIO_2 = 100$ mmHg), entrenamiento intervalico en hipoxia intermitente (IHIT, N = 11) y normoxia (Nor, N = 11, $PIO_2 = 160$ mmHg). Todos completaron un programa de entrenamiento de 7 semanas, consistente en dos sesiones de entrenamiento con intervalos de alta intensidad (100 ó 90% W_{pico}) a la semana. Cada sesión de entrenamiento se realizó en laboratorio y en la propia bicicleta del sujeto, en condiciones de normoxia (Nor) e hipoxia (IHT). El grupo IHIT realizó el calentamiento, la vuelta a la calma después de la sesión y la recuperación entre repeticiones en ambiente de hipoxia, realizando el ejercicio en sí en normoxia. Los

resultados mostraron que la potencia media desarrollada durante los 10 min de la sesión aumentó después de las primeras 4 semanas de entrenamiento, de forma similar entre los grupos (~5%), sin evidenciar cambios adicionales en las restantes tres semanas de entrenamiento en ningún grupo. El VO₂max (l/min) aumentó solo en el grupo IHIT (~8%). No se observaron modificaciones en la eficiencia o en variables hematológicas. En conclusión, cuatro semanas de entrenamiento con intervalos induce una mejora en el rendimiento de resistencia aeróbica. Sin embargo, la exposición a corto plazo a ambiente hipóxico (~114 min/semana) no provoca una mayor mejora en el rendimiento, ni modificaciones hematológicas.

La elevación de las temperaturas central y muscular afecta al rendimiento de sprints repetidos

Elevations in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance

Drust B, Rasmussen P, Mohr M, Nielsen B, Nybo L

Acta Physiol Scand 183: 181-190, 2005

El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de la hipertermia sobre el rendimiento de ejercicios intermitentes y sprints repetidos. Siete sujetos completaron 40min de ejercicio intermitente en bicicleta [15s de ejercicio (306±22 W) y 15s de reposo (0 W)] seguido de 5 x 15s de sprints máximos sobre un cicloergómetro en condiciones normales de temperatura (20°C, control) y a elevada temperatura (40°C, hipertermia). Los resultados mostraron que el trabajo intermitente realizado en ambiente caluroso aumentó la temperatura central y muscular (39,5±0,2°C en control y 40,2±0,4°C en hipertermia), la frecuencia cardiaca (178±11 lpm), RPE (18±1) y noradrenalina. Durante el primer sprint, tanto la potencia media como la pico alcanzadas fueron similares en ambas condiciones de trabajo. Sin embargo, la potencia media de los últimos 4 sprints disminuyó más en condiciones de hipertermia que en control. Consecuentemente, la potencia media de los 5 sprints en hipertermia fue menor en comparación con control. La potencia pico en hipertermia se redujo durante los sprints repetidos por hipertermia a pesar de una elevación de la temperatura muscular que debería facilitar el rendimiento de sprint. Las concentraciones de potasio plasmáticas y el lactato muscular fueron menores después de los sprints en hipertermia en comparación con control. En conclusión, aunque la elevación de la temperatura muscular debería mejorar el rendimiento de sprint, la potencia desarrollada se redujo progresivamente en condiciones de hipertermia. La afectación del rendimiento no se asoció a la acumulación de reconocidos agentes metabólicos de fatiga, por lo que se sugiere que debió de asociarse a la elevada temperatura central del organismo y sus efectos sobre el sistema nervioso central.

Diferencias respecto al género y al ciclo menstrual en la sudoración y el flujo sanguíneo subcutáneo como respuesta a la exposición pasiva al calor

Sex- and menstrual cycle-related differences in sweating and cutaneous blood flow in response to passive heat exposure

Inoue Y, Tanaka Y, Omori K, Kuwahara T, Ogura Y, Ueda H.

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print), 24-feb, 2005

Se sometieron a diez mujeres y seis varones jóvenes a un baño caliente de piernas (42°C) durante 60 minutos, con una temperatura ambiente de 30°C y una humedad relativa del 45 %, con objeto de valorar las diferencias de género y las modificaciones propias del ciclo menstrual con respecto a la respuesta termorreguladora. Las mujeres lo hicieron en la mitad de la fase folicular (F) y en medio de la fase lútea (L), lo que se confirmaba por determinaciones hormonales. Las temperaturas rectales y medias del cuerpo eran significativamente superiores durante la fase L en las mujeres, y durante la fase de precalentamiento en los varones (28°C) y durante la exposición al calor. Durante la exposición al calor, la tasa de sudoración local de la frente, tórax, espalda y antebrazo en las mujeres fue significativamente menor que en los varones; aunque en el muslo fue similar. El flujo sanguíneo de la piel (%LDF) fue significativamente mayor en el muslo en las mujeres, en ambas fases del ciclo, con respecto a los hombres; aunque no se observaron diferencias en otras partes del cuerpo. Este flujo en la espalda fue mayor en mujeres en la fase L que en la F, pero en el resto las cifras eran similares entre las fases. Como conclusión se considera que la pérdida de calor en las mujeres depende más de la vasodilatación cutánea (en especial en los muslos) que del sudor, independientemente de la fase del ciclo menstrual. Este fenómeno se debe a un mecanismo periférico. El ciclo menstrual modifica el umbral de vasodilatación y sudoración en la mujer. Por consiguiente, las diferencias de género eran más evidentes en las mujeres durante la fase L.

La hipertermia aumenta el estrés oxidativo inducido por el ejercicio

Hyperthermia increases exercise-induced oxidative stress

McAnulty SR, McAnulty L, Pascoe DD, Gropper SS, Keith RE, Morrow JD, Gladden LB
Int J Sports Med 26: 188-192, 2004

El objetivo de esta investigación fue examinar los marcadores oxidativos después de un ejercicio en ambiente con elevada temperatura (35°C, 70% humedad relativa) (Hot) frente a un ambiente neutro (25°C, 40% humedad relativa) (Con). La hipertermia puede potenciar el estrés oxidativo desacoplando la cadena respiratoria mitocondrial o inhibiendo los mecanismos de defensa antioxidantes, aunque esto no ha sido probado *in vivo*. Seis sujetos realizaron un ejercicio de baja intensidad (50% VO₂max) en tapiz rodante en *Hot* hasta alcanzar una temperatura corporal de 39,5°C, y por un tiempo equivalente se ejercitaron en condiciones *Con*. Se obtuvieron muestras de sangre antes e inmediatamente después del ejercicio, y a los 8 y 15 min después de finalizar el mismo. Las muestras fueron analizadas para determinar F2 isoprostanos (FIP), hidroperóxidos lipídicos (LPO) y lactato. Los resultados mostraron que el VO₂ no se modificó por las condiciones de trabajo (*Hot* vs *Con*). El patrón de cambio de FIP y lactato en *Hot* fue significativo frente a las condiciones *Con*. El LPO se elevó significativamente tanto en condiciones *Hot* como en condiciones *Con*, con un patrón de cambio similar. La temperatura del núcleo, así como la frecuencia cardíaca fueron mayores en condiciones *Hot* frente a *Con*. Esos datos indican que la hipertermia aumenta el estrés oxidativo y afecta selectivamente a los marcadores específicos lipídicos, independientemente del consumo de oxígeno.

Respuesta de la IgA salivar al ejercicio prolongado en un ambiente caluroso en ciclistas entrenados

Salivary IgA response to prolonged exercise in a hot environment in trained cyclists

Laing SJ, Gwynne D, Blackwell J, Williams M, Walters R, Walsh NP

Eur J Appl Physiol 93: 665-671, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de un ejercicio prolongado en condiciones de calor sobre la respuesta de la IgA en saliva (s-IgA) en ciclistas entrenados. En dos ocasiones, en orden aleatorio y separados por 1 semana, 12 ciclistas pedalearon durante 2h en un cicloergómetro al $62\pm 3\%$ $VO_2\max$ (194 ± 4 W), en una ocasión (HOT) a $30,3^\circ\text{C}$ y 76% de humedad relativa, y en otra ocasión (CON) a $20,4^\circ\text{C}$ y 60% de humedad relativa. Se dispuso de agua *ad-libitum*. Se obtuvieron muestras de sangre venosa y muestras de saliva no estimulada, antes, al finalizar y a las 2h de recuperación. Se determinó la concentración de s-IgA. Los resultados mostraron que la frecuencia cardíaca, la RPE, la temperatura rectal, la pérdida de masa corporal y el cortisol plasmático, fueron mayores durante HOT. El descenso del volumen plasmático después del ejercicio fue similar en ambas condiciones de trabajo. La tasa de flujo salivar disminuyó después del ejercicio un 43%, retornando a niveles pre-ejercicio a las 2h de finalizado el mismo, sin encontrar diferencias de comportamiento entre condiciones. La concentración de s-IgA aumentó al finalizar el ejercicio, sin diferencias entre condiciones de trabajo. La tasa de secreción de IgA disminuyó después del ejercicio un 34%, retornando a valores pre-ejercicio a las 2h de finalizado el mismo, sin encontrar diferencias entre condiciones de trabajo. Los datos muestran que una sesión prolongada de ejercicio provoca una reducción en la tasa de secreción de s-IgA. Además, esos datos demuestran que la realización de ejercicio prolongado en ambiente caluroso, con consumo de agua *ad-libitum*, no influencia en la respuesta de la s-IgA durante el ejercicio prolongado.

¿Puede la hipoxia intermitente aumentar la eritropoyesis en ciclistas profesionales durante una carrera de 3 semanas?

Does intermittent hypoxia increase erythropoiesis in professional cyclists during a 3-week race?

Villa JG, Lucia A, Marroyo JA, Avila C, Jiménez F, García-López J, Earnest CP, Cordova A

Can J Appl Physiol 30: 61-73, 2005

En este estudio se examinó los efectos de la exposición a una hipoxia intermitente (IHE) en un grupo de ciclistas profesionales ($n=6$; edad= 26 ± 1 años) que compitieron en la Vuelta a España en 2001. Después de cada etapa diaria, los deportistas se expusieron a 4 periodos de 5 min de IHE normobárica (concentración media de oxígeno del 12,6%, simulando una altitud de 4000 m), intercalados con periodos de 5 min de respiración del aire de la habitación del hotel (normoxia), hasta completar una duración en hipoxia de 20 min. El primer hallazgo en comparación con un grupo control ($n=5$; edad= 25 ± 1 años) que no se expuso a IHE, fue en el % de aumento de la eritropoyetina (Epo) desde el inicio al final de la competición. El análisis estadístico mostró que el aumento de la Epo tendía a ser mayor ($p=0,052$) en el grupo IHE que en el control ($37,4\pm 5,8\%$ vs $-4,4\pm 19,5\%$, respectivamente). Sin embargo, la IHE no tuvo efectos sobre los reticulocitos o número de hematíes.

La extracción de calor a través de la palma de una de las manos mejora el rendimiento aeróbico en ambiente caluroso

Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment

Grahn DA, Cao VH, Heller HC

J Appl Physiol (epub ahead of print) 5-mayo, 2005

En situaciones en las que el aumento de la temperatura del interior del cuerpo limita el rendimiento físico, el incremento de la extracción de calor del organismo debería mejorar la capacidad de rendimiento. La aplicación combinada de una presión subatmosférica local (35-45 mm Hg) a una mano (para aumentar el volumen de sangre) junto con un enfriamiento (18-22°C) de la superficie palmar fue utilizado para mejorar la pérdida de calor de la sangre circulante. Los sujetos caminaron en pendiente (5,63 km/h) sobre un tapiz rodante a una temperatura ambiente de 40°C. La pendiente del tapiz se mantuvo constante durante las sesiones experimentales, con y sin el artilugio descrito. La extracción de calor atenuó la tasa de aumento de la temperatura esofágica durante el ejercicio ($2,1 \pm 0,4$ °C/h vs $2,9 \pm 0,5$ °C/h, con vs sin uso del artilugio, y aumentó la duración del ejercicio (46 vs 32 min). En conclusión, la utilización de la tecnología descrita permite una mejora del rendimiento en condiciones térmicas ambientales calurosas.

El entrenamiento tradicional de 3 semanas en altura aumenta la masa de hemoglobina y el volumen de los hematíes en atletas de elite de biatlón

A three-week traditional altitude training increases hemoglobin mass and red cell volume in elite biathlon athletes

Heinicke K, Heinicke I, Schmidt W, Wolfarth B

Int J Sports Med 26: 350-355, 2005

Es bien conocido que el entrenamiento en altura estimula la eritropoyesis, pero hay pocos datos en relación al efecto directo de la altura sobre el volumen de los hematíes (RVC) en atletas de resistencia de elite durante la exposición continuada a hipoxia. El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto de 3 semanas de estancia en altura (2050 m) sobre la masa de hemoglobina total (tHb), RCV y actividad eritropoyética en atletas de resistencia aeróbica entrenados. La masa total de hemoglobina, RCV, volumen plasmático (PV) y volumen sanguíneo (BV) fueron determinados en 6 hombres y 4 mujeres, en los días 1 y 20 de estancia en altura, así como 16 días después de retornar a nivel del mar (800 m, solo hombres). Los resultados mostraron como en los hombres tHb y RVC aumentaron significativamente en altura y retornaron a valores de nivel de mar, 16 días después de la exposición. De forma similar, en las mujeres también aumentaron significativamente tHb y RCV con la exposición a la altura. En comparación con los valores de nivel del mar, el BV de hombres y mujeres mostró una tendencia al aumento al final de la estancia en altura, pero PV no se alteró. En hombres, la concentración de eritropoyetina plasmática aumentó desde el día 4 de exposición, incrementándose también la concentración plasmática de transferrina en la segunda parte de la exposi-

ción, indicando con ello una mayor actividad eritropoyética. En conclusión, se muestra por vez primera que un entrenamiento tradicional de 3 semanas en altura aumenta la actividad eritropoyética en atletas de resistencia de elite, llevando a un aumento de tHb y RCV. Considerando el retorno rápido al volver a nivel del mar, se sugiere coordinar adecuadamente la estancia de entrenamiento en altura con la competición a nivel del mar.

Influencia de la exposición intermitente a altitud de 4100 m sobre la capacidad de ejercicio y variables hematológicas

The influence on intermittent altitude exposure to 4100 m on exercise capacity and blood variables
Lundby C, Nielsen TK, Dela F, Damsgaard R
Scand J Med Sci Sports 15: 182-187, 2005

Este estudio fue realizado para investigar los efectos de una exposición intermitente a hipoxia sobre parámetros hematológicos y relacionados con el rendimiento. Ocho residentes a nivel del mar se expusieron a 2 h diarias a 4100 m de altitud en una cámara hipobárica durante un total de 14 días. El rendimiento fue evaluado a nivel del mar, antes y después de la estimulación hipóxica. Se obtuvieron muestras de sangre antes, durante y después de los 14 días de exposición. Los resultados mostraron ausencia de cambios significativos en hemoglobina, hematocrito, reticulocitos, receptores de transferrina sérica o niveles de EPO en sangre. La carga submáxima de ejercicio de 150 W en cicloergómetro correspondió con un VO_2 de $1,9 \pm 0,1$ y $1,0 \pm 0,1$ l/min, antes y después de la exposición, respectivamente. En carga máxima de ejercicio se alcanzaron los 343 ± 17 y 354 ± 27 W, antes y después de la exposición, con un VO_2 de $4,0 \pm 0,2$ y $4,2 \pm 0,2$ l/min. En conclusión, la exposición intermitente a hipoxia correspondiente a 4100 m de altitud durante 2 h diarias y un total de 14 días no afecta a la capacidad de ejercicio.

Efectos del entrenamiento hiperóxico sobre el rendimiento y la respuesta cardiorrespiratoria al ejercicio

Effects of hyperoxic training on performance and cardiorespiratory response to exercise
Perry CG, Reid J, Perry W, Wilson BA
Med Sci Sports Exerc 37: 1175-1179, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si el entrenamiento en un ambiente hiperóxico provocaba un mayor aumento del VO_{2max} , así como un mayor rendimiento al 90% VO_{2max} , en comparación con el entrenamiento en normoxia. Con un diseño de simple ciego, nueve atletas entrenaron durante 6 semanas en un cicloergómetro (3 días/semana, 1 h/día, 10 x 4 min intervalos con 2 min de recuperación entre intervalos) al 90% HRmax (frecuencia cardiaca máxima). El rango del entrenamiento en relación a la HR se mantuvo mediante un ajuste de la carga de trabajo. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a las condiciones de respiración H (60% O_2) ó N (21% O_2) durante el entrenamiento. Después de 12 semanas de desentrenamiento, se completó un segundo periodo de entrenamiento de

6 semanas invirtiendo las condiciones entre grupos. Antes y después de los periodos de entrenamiento se midieron VO₂max, tiempo de ejercicio al 90% VO₂max y respuestas cardiorrespiratorias al ejercicio estable al 80% VO₂max. Todos los test se realizaron en condiciones de normoxia. Los resultados mostraron ausencia de diferencias significativas entre los resultados pre-entrenamiento en todos los parámetros. La potencia de trabajo fue un 8,1% mayor después del entrenamiento en H en comparación con N, manteniendo la HR. Tanto H como N mejoraron el tiempo de trabajo al 80% VO₂max, con las mejoras de H mayores que en N. Aunque se detectó una tendencia de mejora del VO₂max mayor en H que en N, no alcanzó significación estadística. La HRmax no se modificó en ningún grupo. HR y VE al 80% VO₂max disminuyeron después del entrenamiento, sin diferencias entre grupos. En conclusión, los datos mostraron que se requirió una mayor potencia de trabajo en H para mantener la HR. Este incremento de la intensidad de entrenamiento durante H mejoró el rendimiento al 80% VO₂max en aire ambiente, pudiendo ser debido a factores periféricos, ya que las respuestas cardiorrespiratorias fueron similares.

Dieciocho días de “vivir alto - entrenar bajo” estimulan la eritropoyesis y mejoran el rendimiento aeróbico en corredores de elite de medio fondo.

Eighteen days of "living high-training low" stimulate erythropoiesis and enhance aerobic performance in elite middle-distance runners

Brugniaux JV, Schmitt L, Robach P, Nicolet G, Fouillot JP, Moutereau S, Lasne F, Pialoux V, Saas P, Chorvot MC, Cornolo J, Olsen NV, Richalet JP

J Appl Physiol (epub ahead of print) 22-sep, 2005

La eficiencia de “vivir alto-entrenar bajo” (LHTL) permanece en controversia, a pesar de su frecuente utilización. Este estudio se diseñó para verificar si el rendimiento aeróbico máximo y/o submáximo eran modificados por LHTL, y si esos efectos persistían durante 15 días, después de volver a la normoxia. También se investigó si los mecanismos involucrados estuvieron solo relacionados con las modificaciones en el transporte de oxígeno. Once atletas corredores de elite fueron evaluados antes (PRE), al finalizar (POST1) y 15 días después de finalizar (POST2) una sesión de 18 días de LHTL. El grupo de hipoxia (LHTL, n=5) permaneció 14 h /día en hipoxia (6 noches a 2500 m y 12 noches a 3000 m), mientras que el grupo control (CON, n=6) durmió en normoxia (1200 m). Los dos grupos entrenaron a 1200 m. Los resultados mostraron que VO₂max y potencia aeróbica máxima aumentaron en POST1 y POST2 solo en el grupo LHTL (+7,1% y +3,4% para VO₂max, y +8,4% y +4,7% para potencia aeróbica máxima, respectivamente). De forma similar la ventilación y el VO₂ en el umbral ventilatorio aumentaron solo en el grupo LHTL. La frecuencia cardiaca durante una carrera de 10 min a 19,5 km/h disminuyó en LHTL en POST2 (-4,4%). A pesar de la estimulación de la eritropoyesis en LHTL (aumento de receptor de transferina sérica y masa total de hemoglobina), el volumen de los hematíes no aumentó en POST1. Por tanto, el rendimiento aeróbico submáximo y máximo mejoró en el grupo LHTL, justificado fundamentalmente a la mejora del transporte de oxígeno en la primera fase de retorno a normoxia, y probablemente por otros procesos en POST2.

“Vivir arriba-entrenar abajo”: efectos sobre la eritropoyesis y el rendimiento aeróbico en nadadores altamente entrenados

Living high-training low: effect on erythropoiesis and aerobic performance in highly-trained swimmers
Robach P, Schmitt L, Brugniaux JV, Roels B, Millet G, Hellard P, Nicolet G, Duvallet A, Fouillot JP, y col

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 3:1-11, 2005

El modelo de “vivir arriba-entrenar abajo” (LHTL), ej. entrenar en normoxia pero vivir/dormir en hipoxia, parece mejorar el rendimiento de los atletas. Sin embargo, la eficacia del modelo LHTL es controvertida, y se conoce poco de la duración de sus efectos potenciales. En este estudio se investigó si el LHTL mejora el rendimiento aeróbico de los atletas, y el efecto positivo persiste a las 2 semanas de finalizar la intervención. Dieciocho nadadores entrenaron durante 13 días a 1200 m, mientras vivieron/durmieron a 1200 m en aire ambiente (control, n=9) o en habitaciones hipóxicas (LHTL, n=9, 5 días a una altura simulada de 2500 m, seguido de 8 días a una altura simulada de 3000 m, 16 h/día). Las medidas fueron realizadas antes, 1-2 días después de la intervención (POST-1) y 2 semanas después (POST-15). El rendimiento aeróbico fue valorado mediante dos carreras en natación (2000 m). Los resultados mostraron como los reticulocitos, la EPO y el receptor de transferina soluble no se alteraron con LHTL, mientras que los reticulocitos disminuyeron en el grupo control. En POST-1 (vs antes), el volumen de los hematíes aumentó en LHTL (+8,5%, p=0,03), mientras que hubo una tendencia a aumentar más en LHTL (+8,1%, p=0,09) que en controles (+2,5%, p=0,21) sin diferencia entre grupos; el rendimiento en 2000 m no se modificó en LHTL. En POST-15, tanto el rendimiento como los valores hematológicos fueron similares a los valores iniciales. Los resultados indican que el LHTL puede estimular la producción de células rojas, sin mejora aparente del rendimiento aeróbico. La ausencia de beneficio prolongado después de LHTL sugiere que este modelo no puede ser recomendado con objetivos a largo plazo.

11
Edad

La potencia aeróbica y la acción de la insulina mejoran en respuesta al entrenamiento de resistencia aeróbica en personas sanas de edad avanzada (77-87 años)

Aerobic power and insulin action improve in response to endurance exercise training in healthy 77-87 yr olds

Evans EM, Racette SB, Peterson LR, Villareal DT, Greiwe JS, Holloszy JO

J Appl Physiol 98: 40-45, 2005

Estudios previos han demostrado que los octogenarios débiles tienen atenuada la capacidad de adaptaciones cardiovasculares al entrenamiento de resistencia aeróbica. En este estudio, los investigadores determinaron la magnitud de las adaptaciones cardiovasculares y metabólicas al entrenamiento de resistencia de alta intensidad en sujetos sanos de edad avanzada. Diez sujetos (8 hombres y 2 mujeres; 80,3±2,5 años) completaron un programa de entrenamiento de 10-12 meses de duración, que consistió en 2,5 sesiones/semana, 58 min por sesión, a una intensidad del 83±5% de la frecuencia cardíaca pico. Se valoraron el VO₂pico, lípidos séricos, tolerancia oral de glucosa y acción de la insulina durante una hiperglucemia (*clamp*). Se valoraron también la composición corporal y el gasto energético. Los resultados mostraron como el programa de entrenamiento provocó una mejora en el VO₂pico del 15±7%. Se observaron reducciones en el colesterol total (-8%) y en LDL-C (-10%), sin cambios en HDL-C, ni en triglicéridos. La acción de la insulina mejoró, la grasa corporal descendió una media de 1,8 kg, mientras que la masa libre de grasa no se modificó. El gasto total de energía aumentó 400 kcal/día, debido al aumento de la actividad física. No se observaron cambios en la tasa metabólica basal. En resumen, los sujetos octogenarios pueden adaptarse al entrenamiento aeróbico de alta intensidad, con mejoras en la potencia aeróbica pico, acción de la insulina, y lípidos séricos; sin embargo, las adaptaciones en la potencia aeróbica pico y en la acción de la insulina parecen atenuadas en comparación con los sujetos de edad media.

Estimación de la masa muscular esquelética total del organismo en niños y adolescentes

Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents

Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reyes R, Goldman S

Med Sci Sports Exerc 37: 316-322, 2005

La estimación de la masa muscular esquelética total del organismo (SMM) ha sido predicha en adultos sanos utilizando medidas antropométricas y midiendo la eliminación de creatinina en orina. La medida de la SMM es importante para evaluar el rendimiento, así como la influencia del entrenamiento sobre la masa muscular. Sin embargo, existe muy poca información en niños y adolescentes en la estimación de SMM. Treinta y nueve niños y adolescentes caucásicos (hombres y mujeres, 7-16 años) y 20 adultos (hombres y mujeres, 20-24 años) fueron evaluados para calcular la SMM utilizando absorciometría por rayos X (DEXA), medidas antropométricas (ANTHR) y determinación de creatinina en orina (UCrn). Los pliegues y las circunferencias fueron medidos en brazo-medio (CAG), muslo medio (CTG) y pantorrilla

media (CCG), junto con altura (Ht), edad (yr) y sexo (0 mujeres, 1 hombres). La eliminación de UC_{Crn} en orina fue también determinada (g/24 h). Los resultados obtenidos con ANTHR y UC_{Crn} fueron comparados con los resultados de referencia de DEXA. Los resultados mostraron que la regresión lineal múltiple para las medidas antropométricas ofreció la siguiente ecuación para evaluar la SMM en niños y adolescentes: $SMM(kg) = Ht \times [(0,0064 \times CAG) + (0,0032 \times CTG) + (0,0015 \times CCG)] + (2,56 \times \text{sex}) + (0,136 \times \text{edad})$. La predicción de la SMM por UC_{Crn} se ajustó a la siguiente ecuación: $SMM(kg) = (10,62 \times Crn) + 6,63$. El coeficiente de correlación fue de 0,966 y 0,710 para las medidas antropométricas y eliminación de Crn, respectivamente. En conclusión, junto con la técnica del DEXA, la determinación de la masa muscular esquelética total del organismo en niños y adolescentes puede ser estimada con bastante exactitud por medidas antropométricas o medidas de eliminación de creatinina en orina de 24 h.

Relaciones entre la morfología del ventrículo izquierdo, la función diastólica y la capacidad de transporte de oxígeno con el consumo máximo de oxígeno en niños

Relationships between left ventricular morphology, diastolic function and oxygen carrying capacity and maximal oxygen uptake in children

Obert P, Mandigout S, Vinet A, Nottin S, N'guyen LD, Lecoq AM

Int J Sports Med 26: 122-127, 2005

Poca atención se ha prestado a los factores que determinan el VO₂max en niños. Este estudio se diseñó específicamente para examinar las relaciones potenciales entre el tamaño cardíaco, la función diastólica y la capacidad de transporte de oxígeno, respecto a la máxima capacidad aeróbica. Específicamente, los índices de tamaño corporal (área de superficie corporal, masa libre de grasa), las dimensiones y características de llenado del ventrículo izquierdo en reposo y la concentración de hemoglobina, se relacionaron con el VO₂max obtenido en una prueba de esfuerzo en cicloergómetro en 142 niños y niñas sanos de 10 a 11 años de edad. Los resultados fueron comparados entre grupos de bajo (<50, L), moderado (50-60, M) y alto (>60, H) valor de VO₂max (ml/min/kg peso magro). Los contribuidores potenciales del VO₂max fueron investigados utilizando análisis de regresión en toda la población. Los principales resultados indicaron ausencia de diferencias entre grupos para todos los índices de función sistólica y diastólica, así como de la concentración de hemoglobina y las resistencias vasculares sistémicas. Ninguna de esas variables se mostró en los análisis de regresión como predictiva del potencial del VO₂max. El tamaño cardíaco, especialmente la dimensión interna del ventrículo izquierdo, difirió entre los grupos, asociándose con un mayor llenado cardíaco y consecuentemente un mayor volumen sistólico. Se observó una correlación elevada entre VO₂max y las dimensiones cardíacas, debido primariamente aunque no exclusivamente a la influencia del tamaño corporal. Una vez realizado el ajuste correspondiente por masa libre de grasa, el diámetro diastólico final contribuyó modestamente (8%), pero de forma significativa, a la varianza del VO₂max, lo que se considera biológicamente significativo.

Condición aeróbica y capacidad funcional en un grupo seleccionado de octogenarios europeos activos

Aerobic and functional capacities in a selected active population of European octogenarians

Simar D, Malatesta D, Dauvilliers Y, Prefaut C, Varray A, Caillaud C

Int J Sports Med 26:128-133, 2005

Los deportistas veteranos son considerados como el ejemplo ideal de lo que debería ser la declinación de la capacidad aeróbica; sin embargo, la mayor parte de los estudios están limitados a personas menores de 75 años. Este estudio iba dirigido a analizar las adaptaciones fisiológicas al ejercicio y la condición aeróbica en un grupo seleccionado de octogenarios europeos en pruebas de esfuerzo submáximas y máximas. La capacidad aeróbica se midió en pruebas incrementales sobre tapiz rodante (TR) y cicloergómetro (CE); y la capacidad funcional se valoró mediante prueba de la marcha de 6 minutos (6-MWT); en 17 sujetos de $81,2 \pm 0,8$ años de edad. Se determinaron continuamente el cociente respiratorio y la frecuencia cardiaca. El consumo máximo de oxígeno ($VO_2\max$) en TR y CE fueron significativamente mayores que los valores considerados como normales (TR: 28.7 ± 1.2 vs 17 ± 0.5 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$; CE: 23 ± 1.2 vs. 16 ± 0.6 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). El $VO_2\max$ y la $FC\max$, así como VO_2 y la FC a nivel de umbral ventilatorio eran significativamente mayores en TR que en CE ($FC\max$: 144 ± 4 vs. 138 ± 4 lpm; VO_2 en umbral ventilatorio: 22.5 ± 0.8 vs. 17.7 ± 0.9 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$; para TR y CE respectivamente. El VO_2 y la FC a nivel de umbral ventilatorio eran equivalentes a las determinadas durante la prueba de caminar. La frecuencia cardiaca en umbral ventilatorio estaba altamente correlacionada ($R = 0.82$, $p < 0.01$) con la frecuencia cardiaca media durante la prueba de caminar. El mantenimiento de una actividad física regular proporciona un alto grado de condición aeróbica en octogenarios, con cifras superiores a las consideradas como normales. Sin embargo, la estrecha relación entre la intensidad correspondiente a umbral ventilatorio en TR y los resultados de 6-MWT podría respaldar la idea de que una prueba de caminar es un ejercicio submáximo realizado a alta intensidad que podría servir para establecer la prescripción de ejercicio de una manera individualizada en población anciana activa.

El entrenamiento de carrera intermitente de alta intensidad mejora la función pulmonar y altera el patrón respiratorio en ejercicio en niños

High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children

Nourry C, Deruelle F, Guinhouya C, Baquet G, Fabre C, Bart F, Berthoin S, Mucci P

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 21-abr, 2005

Los autores investigaron los efectos del entrenamiento de carrera de corta duración sobre la función pulmonar de reposo y en ejercicio, en niños sanos prepuberales. Un grupo, TrG ($n=9$; 3 niñas y 6 niños; $9,7 \pm 0,9$ años) entrenó durante 8 semanas mediante carrera intermitente de alta intensidad, siendo comparado con un grupo control, ContG ($n=9$; cuatro niñas y cinco niños; $10,3 \pm 0,7$ años). Antes y después del periodo de 8 semanas, los niños realizaron test de función pulmonar, y un test incremental ergométrico en cicloergómetro. Los resultados mostraron que después de 8 semanas

de entrenamiento, no se produjeron cambios en la función pulmonar en el grupo ContG. Por el contrario, un aumento de la capacidad vital forzada (FVC) (+7%), FEV1 (+11%), flujo espiratorio pico (+17%), flujo espiratorio máximo al 50% (+16%) y al 75% (+15%) de la FVC, fueron observados en el TrG. En el ejercicio máximo, el TrG obtuvo mayores valores de $VO_{2\text{pico}}$ (+15%), VE (+16%) y volumen tidal, VT (+15%) después del entrenamiento. En intensidades submáximas de ejercicio, la respuesta ventilatoria al ejercicio fue menor en TrG después del entrenamiento, asociado con una reducción de la $P_{\text{ET}O_2}$, así como una mayor $P_{\text{ET}CO_2}$. Un menor volumen del espacio muerto en relación al volumen tidal fue observado en cada etapa de ejercicio en TrG después del entrenamiento. En conclusión, 8 semanas de entrenamiento intermitente de carrera de alta intensidad mejora la función pulmonar de reposo, y provoca una mayor profundidad de ventilación en ejercicio, reflejando una mejora de la efectividad en niños prepuberales.

Fuerza muscular, volumen y activación después de 12 meses de entrenamiento de fuerza en hombres de 70 años

Muscle strength, volume and activation following 12-month resistance training in 70-year-old males

Morse CI, Thom JM, Mian OS, Muirhead A, Birch KM, Narici MV

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 8-jul, 2005

En hombres de edad avanzada la contracción máxima voluntaria de los flexores plantares (MVC) normalizada al volumen muscular (MVC/VOL), está reducida en comparación con sujetos jóvenes, como resultado de una activación incompleta en edad avanzada. El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de 12 meses de entrenamiento de fuerza sobre el volumen muscular, fuerza, MVC/VOL, activación de agonistas y coactivación de antagonistas de los flexores plantares en hombres de edad avanzada. Trece sujetos mayores de 70 años (70-82 años), completaron 12 meses de entrenamiento de fuerza (TRN), con tres sesiones por semana. Otros 8 sujetos (18-30 años), que mantuvieron su actividad física habitual en el mismo periodo de tiempo actuaron como controles (CTRL). Los resultados mostraron que la fuerza isométrica máxima de los flexores plantares aumentó en TRN (+20%). El volumen del tríceps sural aumentó un 12%. La activación aumentó del 83,6% al 92,1% ($p < 0,05$). La activación máxima de los flexores dorsales y la coactivación de los antagonistas no cambió con el entrenamiento. La fuerza de los flexores plantares normalizada por el volumen muscular no aumentó significativamente después del entrenamiento (+8%). No se observaron cambios significativos en el grupo control. En resumen, este estudio mostró que la ganancia en fuerza muscular en respuesta a entrenamientos a largo plazo (12 meses) en hombres de edad avanzada es debido fundamentalmente a la mejora de la activación y del volumen muscular.

Utilidad del test ergométrico en atletas veteranos

Role of exercise stress test in master athletes

Pigossi F, Spataro A, Alabiso A, Parisi A, Rizzo M, Fagnani F, Di Salvo V, Massazza G, Maffulli N
Br J Sports Med 39: 527-531, 2005

La efectividad de los *screening* cardiovasculares en minimizar el riesgo de muerte durante el ejercicio en atletas veteranos no es conocida. El objetivo de esta investigación fue evaluar la prevalencia y significado clínico de la depresión del segmento ST durante un test de esfuerzo en atletas veteranos aparentemente sanos y asintomáticos. Ciento trece sujetos de más de 60 años fueron estudiados (79 entrenados y 34 sedentarios); 88 de ellos (62 entrenados y 26 sedentarios) fueron seguidos en los siguientes 4 años, con ECG de reposo, ECG en prueba de esfuerzo en cicloergómetro, ecocardiografía y monitorización por Holter de 24 h. Los resultados mostraron que se detectó una depresión del segmento ST en pico de esfuerzo en 1 atleta en la primera evaluación. Un caso más se observó en el periodo de seguimiento en otro atleta previamente "negativo". Ambos estaban asintomáticos, con pruebas negativas de isquemia cardiaca. Los atletas permanecieron libres de síntomas durante el periodo del estudio. Un atleta murió durante el periodo de seguimiento por enfermedad coronaria, y había mostrado en el test una taquicardia ventricular durante el test de esfuerzo y Holter, pero sin depresión del ST. En conclusión, los hallazgos de falsos positivos de depresión del ST en atletas veteranos, aunque no muy bien entendidos, pueden estar relacionados con el remodelado cardiaco fisiológico inducido por el entrenamiento regular. Así, los atletas con depresión del ST inducido por el ejercicio, sin síntomas asociados ó arritmias ventriculares complejas, deberían considerarse libres de enfermedad coronaria y poder seguir realizando ejercicio con seguridad.

Cambios en la frecuencia cardiaca de reposo después de un entrenamiento de resistencia aeróbica en sujetos de edad avanzada: un meta-análisis

Resting heart rate changes after endurance training in older adults: a meta-analysis

Huang G, Shi X, Davis-Brezette JA, Osness WH

Med Sci Sports Exerc 37: 1381-1386, 2005

El objetivo de este meta-análisis fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento controlado sobre los valores de la frecuencia cardiaca de reposo entre sujetos sedentarios de edad avanzada. Los criterios de inclusión de los estudios fueron: ensayos clínicos controlados, ejercicio de resistencia aeróbica como única intervención, grupo control, edad media de los sujetos >59 años, valoración de los cambios en la frecuencia cardiaca de reposo y estudios publicados en revistas en inglés. Los resultados mostraron una selección de 13 estudios con un total de 651 sujetos distribuidos en 14 grupos control y 16 grupos de ejercicio. Los resultados mostraron un efecto significativo del ejercicio sobre el descenso de la frecuencia cardiaca de reposo (-6 lpm; -8,4%). Los descensos más acusados se observaron en los estudios con duraciones de entrenamiento más prolongadas (>30 semanas). Esta adaptación al entrenamiento puede tener efectos protectores sobre el envejecimiento cardiovascular. Entrenamientos de larga duración (>30 semanas) parecen ser necesarios para ganar en eficacia en términos de reducción de la frecuencia cardiaca de reposo.

Cambios bioquímicos en la respuesta al entrenamiento intensivo de fuerza en los veteranos

Biochemical changes in response to intensive resistance exercise training in the elderly

Coombes JS

Gerontology 51: 253-265, 2005

Se cree que una inflamación ligera, caracterizada por el incremento de IL-6 y alfa-TNF se relaciona con el desarrollo de sarcopenia. El ejercicio físico, especialmente el entrenamiento intensivo de fuerza, se ha mostrado eficaz para restablecer el déficit de fuerza muscular en los veteranos. El ejercicio intenso se acompaña de una significativa liberación de IL-6 y alfa-TNF hacia la circulación sanguínea, que no revierte en deterioro del músculo. El ejercicio produce adaptaciones en las proteínas "heat-shock" (Hsp), responsable de la protección celular en las situaciones de sobrecarga, que podría interferir con la fase de reacción aguda y la adaptación muscular. Con objeto de investigar si el entrenamiento intenso de fuerza en las personas mayores produce cambios en la expresión de Hsp 70, y si estos cambios se relacionan con las modificaciones de la fase de reacción aguda o la de adaptación muscular, se estudiaron 31 veteranos (de $68,4 \pm 5,4$ años de edad), quienes siguieron un programa de 6 meses de duración de entrenamiento intensivo de fuerza. Se midieron, antes de comenzar, y tras los 6 meses, los siguientes parámetros: fuerza muscular; capacidad funcional (perfil de actividad física, test de caminar de 6 minutos, test de levantarse de la silla en 30 segundos, fuerza de agarre de mano, prueba del cajón en silla, y prueba de "back scratch"); extensión isocinética lineal de pierna: IL-6, alfa-TNF, IL-10, beta-TNF, circulantes; y Hsp70 en monocitos (M) y linfocitos (L), inmediatamente después de la extracción (IAS); tras la incubación a 37 y 42°C. En 12 participantes se determinaron citoquinas antes y después del entrenamiento, antes y después de cada sesión. La fuerza muscular y la capacidad funcional aumentó significativamente tras 6 semanas de entrenamiento, junto con una reducción en Hsp70, y ésta a 37°C, incrementándose la Hsp a 42°C ($p < 0.05$). Toda la ganancia de fuerza se relacionaba de manera directa con los valores basales de Hsp70 a 37°C y los cambios inducidos de Hsp70 a 42°C en M y L. Un no entrenado, el entrenamiento inducía un incremento de IL-6 ($p < 0.05$) y una tendencia a la disminución de IL-10 ($p = 0.06$). En el sujeto entrenado desaparecía la reducción de IL-10. La actividad física y la distancia recorrida en la prueba de caminar 6 minutos eran inversamente proporcionales con el nivel de IL-6 circulante ($p < 0.05$); no se encontraron datos significativos entre citoquinas y Hsp70, excepto una pequeña correlación negativa entre beta-TNF y Hsp70 a 37°C. Tras el entrenamiento, Hsp70 a 37°C es inversamente proporcional a alfa-TNF, IL-10, y beta-TNF. Como conclusión se considera que la fuerza muscular induce, en los ancianos, modificaciones en la expresión de Hsp, asociado a la ganancia de fuerza y la liberación de citoquinas.

Ejercicio y mejora de la sensibilidad a la insulina en mujeres mayores: indicios de la duración de los beneficios del entrenamiento de alta intensidad

Exercise and Improved Insulin Sensitivity in Older Women: Evidence of the Enduring Benefits of Higher Intensity Training

Dipietro L, Dziura J, Yeckel CW, Neuffer PD

J Appl Physiol (pub ahead of print) 1-sept, 2005

Existen pocos estudios dirigidos a la comparación de la mejora de la sensibilidad a la insulina en mujeres de edad avanzada, mediante el entrenamiento de moderada y alta intensidad, manteniendo constante el volumen de entrenamiento. Se seleccionaron 25 mujeres sanas de 73 ± 10 años de edad sedentarias, aunque no obesas, quienes se agruparon, aleatoriamente, en 3 programas de entrenamiento, de 9 meses de duración.: 1) Alta intensidad (80 % de VO_2 pico; TH) 2) Moderada Intensidad (65 % de VO_2 pico TM); y 3) Estiramientos (baja intensidad) como grupo de control (50% VO_2 pic; CTB)(TM) Baja intensidad (50 % de VO_2 pico). El volumen de entrenamiento (300 kcal/sesión) se mantenía invariable en TH y TM. La capacidad aeróbica pico (VO_2 peak) se midió mediante un test incremental sobre tapiz rodante. La masa corporal grasa y magra se determinó mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). También se valoraban el índice de utilización de glucosa estimulada por insulina (M-value), así como la supresión de la lipólisis 72 horas tras el ejercicio bifásico euglucémico-hiperinsulinémico. Se observaron mejoras en la utilización de la glucosa en las fases de pico de insulina, con el entrenamiento, aunque sólo eran estadísticamente significativas en TH (21%; $p= 0,02$) comparado con TM (16%; $p=0.17$) y CTB (8%; $p=0,37$). Estas modificaciones aparecían sin cambios ni en la composición corporal ni en la potencia pico. Del mismo modo en el grupo TH se detectó una mejora en la supresión de la lipólisis del tejido graso estimulada por la insulina a dosis bajas de insulina (38 % a 55 %, $p<0,05$). Como conclusión, se sugiere que el ejercicio de alta intensidad proporciona mayores beneficios de resistencia con respecto a la actividad insulínica comparado con los ejercicios más moderados o ligeros, probablemente por tener mas efectos mas persistentes pasajeros.

Aminoácidos orales en ancianos: efectos sobre la función miocárdica y la capacidad de caminar

Oral amino acids in elderly subjects: effect on myocardial function and walking capacity.

Scognamiglio R, Piccolotto R, Negut C, Tiengo A, Avogaro A.

Gerontology 51: 302-308, 2005

A medida que envejecemos, aumentan el riesgo de aparición de trastornos nutricionales, y disfunciones de la insulina y las IGF, asociados a reducciones en la ingesta de aminoácidos (AA), y alteraciones en la síntesis proteica muscular. Con objeto de analizar los efectos de la administración de AA orales sobre la capacidad de caminar y las dificultades al andar, la fuerza muscular isométrica y la función miocárdica en reposo y durante el ejercicio isométrico, se estudiaron un centenar de ancianos (> 65 años) con escasa actividad física, con objeto de administrarles aleatoriamente una mezcla de AA (12 g/d) o placebo, a lo largo de 3 meses. Se valoró la actividad física al comenzar y tras 3 meses de tratamiento, mediante la prueba de caminar 6 minutos; así como la percepción de dificultades para andar, con el uso del cuestionario "walking impairment questionnaire" (WIQ). Se midió la fuerza isométrica máxima de la mano derecha con dinamómetro, y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (LVEF) con ecocardiografía cuantitativa bidimensional, en reposo y durante el ejercicio. Tras 3 meses de tratamiento con AA se observó un incremento significativo en la distancia recorrida en 6 minutos (268.8 ± 34.9 vs. 212 ± 40 m, $p < 0.001$), WIQ (distancia: 68.3 ± 12 vs. $53 \pm 14.8\%$, $p < 0.001$; velocidad: 72.2 ± 14.4 vs. $52.8 \pm 12\%$, $p < 0.001$; esca-

iones: 98.2 ± 24 vs. $72.4 \pm 22\%$, $p < 0.001$), y en la fuerza isométrica máxima (20.2 ± 2 vs. 14 ± 2.8 kg, $p < 0.001$). Además, LVEF en el esfuerzo pico era mayor cuando se complementaba con AA, respecto a placebo (67 ± 7 vs. $56 \pm 9\%$, $p < 0.01$). La respuesta al ejercicio del ventrículo izquierdo se normalizaba en 24 de 32 (75 %) de los pacientes con alteraciones del mismo en la respuesta al ejercicio, manteniéndose sin cambios en el grupo placebo. Según los resultados obtenidos, se considera que un complemento de AA orales como el aplicado mejora la capacidad ambulatoria de los ancianos, la fuerza isométrica máxima y la capacidad miocárdica pudiendo contrarrestar la sobrecarga aguda sin afectar a los parámetros metabólicos. Estas mejoras funcionales pueden traducirse en un incremento en la percepción de la capacidad para caminar.

Mejorando la potencia aeróbica en niños de primaria: comparación entre entrenamiento continuo e interválico

Improving aerobic power in primary school boys: a comparison of continuous and interval training.
McManus AM, Cheng CH, Leung MP, Yung TC, Macfarlane DJ
Int J Sports Med 26:781-786, 2005.

El objetivo de este estudio consistió en determinar si la magnitud del cambio en la potencia aeróbica era diferente en niños (edad media de $10,25 \pm 0,5$ años) que seguían un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad, comparándolo con los que hacían prescripciones de moderada intensidad y carácter continuo. Los sujetos se repartieron en 2 grupos: grupo control ($n = 15$); entrenamiento continuo ($n = 10$); y entrenamiento interválico ($n = 10$). Completaron una prueba de consumo de oxígeno pico y siguieron un programa de entrenamiento de 8 semanas de duración. El grupo control mantenía sus actividades, mientras que el del entrenamiento continuo hacía 20 minutos de ciclismo en estado estable al 80 - 85 % de la frecuencia cardíaca máxima; y el grupo del entrenamiento interválico hacía carreras de velocidad máxima de 30 segundos de duración, también en cicloergómetro, intercalados con fases de recuperación activa. Ambos protocolos fueron diseñados para producir un trabajo cardiovascular semejante a lo largo de los 20 minutos que duraba. Se observó una mejora significativa ($p < 0,05$) en el consumo pico de oxígeno en ambos grupos. El del interválico presentaba una mayor diferencia pre - post tanto en el pulso de oxígeno pico, como a nivel de umbral ventilatorio; y el umbral ventilatorio no sufría variación en el grupo de entrenamiento continuo. Estos datos pueden interpretarse como que el entrenamiento interválico de alta intensidad ofrecía un diferente efecto de entrenamiento en comparación con el continuo en niños. Los mecanismos subyacentes podrían ser el incremento del volumen sanguíneo, y una modificación en el volumen sistólico secundaria a éste.

Diferencias en función de la edad y el sexo en la respuesta del lactato en sangre después de una carrera de sprint en atletas master

Age and sex differences in blood lactate response to sprint running in elite master athletes
Korhonen MT, Suominen H, Mero A
Can J Appl Physiol 30: 647-665, 2005

El efecto de la edad y el sexo sobre la capacidad glucolítica anaeróbica en atletas master no está clarificada. Para estudiar este tema, los autores determinaron las concentraciones sanguíneas de lactato después de carreras de sprint de competición en atletas master hombres y mujeres de diferente edad. Ochenta y un hombres (40-88 años) y 75 mujeres (35-87 años) participaron en distintas pruebas de sprint (100 m, 200 m, 400 m) en los campeonatos de Europa master de atletismo. Las muestras de sangre fueron obtenidas del pulpejo del dedo, analizándose la concentración pico de lactato (La). Los resultados mostraron que la (La) después de las carreras mostró un descenso curvilíneo con la edad, tanto en hombres como en mujeres. Sin embargo, las diferencias asociadas a la edad en la (La) no fueron significativas antes de los 70 años. No se observaron diferencias ligadas al sexo. Las concentraciones pico de lactato se correlacionaron significativamente con los tiempos de carrera en todas las distancias, excepto para hombres en 100 y 200 m. En conclusión, los resultados sugieren diferencias en relación a la edad, pero no al sexo, en la respuesta del lactato sanguíneo a eventos de sprint en atletas master. Aunque la (La) en master es significativamente mayor que la observada en no entrenados de la misma edad, estos hallazgos sugieren que la producción de energía anaeróbica desde la glucólisis, desciende en edad avanzada y puede ser uno de los factores que justifica el deterioro en el rendimiento de sprint.

La actividad física altera el estado antioxidante en sujetos de edad avanzada

Physical activity alters antioxidant status in exercising elderly subjects

Rousseau AS, Margaritis I, Arnaud J, Faure H, Roussel AM

J Nutr Biochem (epub ahead of print) 28-oct, 2005

No se conoce bien los requerimientos de nutrientes antioxidantes para sujetos de edad avanzada (EE) físicamente activos. La cuestión de si el entrenamiento altera el estado de las vitaminas antioxidantes, así como los elementos traza en sujetos de edad avanzada, al mismo tiempo que aumenta el estrés oxidativo fue el objetivo de esta investigación. Participaron 18 EE (68,1±3,1 años), 7 mayores de edad sedentarios (SE; 70,4±5 años), 17 jóvenes activos (EY; 31,2±7,1 años) y 8 jóvenes sedentarios (SY; 27,1±5,8 años). Todos completaron 7 días de valoración de sus alimentos, así como de su actividad física. Se obtuvo una muestra de sangre de cada sujeto en el día 8 del estudio. Los resultados mostraron un similar estado del selenio (Se), pero más alta actividad de la glutatión peroxidasa eritrocitaria (GSH-Px) en sujetos EE, en comparación con EY y SE. El glutatión oxidado en sangre fue mayor en EE frente a EY. Los consumos de vit C, E y A fueron más elevados en EE, en comparación con EY. Sin embargo, los sujetos EE exhibieron menores concentraciones de carotenoides en plasma, especialmente de beta-caroteno, que no se relacionó con la ingesta de la dieta. A pesar del alto consumo de micronutrientes antioxidantes, no se contrarrestó el estrés oxidativo que la edad avanzada provoca en EE. Los datos de este estudio sugieren requerimientos antioxidantes específicos para atletas según avanza la edad, con especial atención a los carotenoides.

12

Mujer

¿Afecta la utilización de contraceptivos orales a la fuerza máxima en mujeres?

Does oral contraceptive use affect maximum force production in women?

Elliott KJ, Cable NT, Reilly T

Br J Sports Med 39: 15-19, 2005

El objetivo de esta investigación fue valorar los efectos de la utilización de contraceptivos orales sobre la producción de fuerza máxima en mujeres jóvenes. Veintiuna mujeres (14 tomaron píldora y 4 fueron controles eumenorreicas) participaron en el estudio. Se utilizó un contraceptivo monofásico oral al menos durante 6 meses. Se valoraron la fuerza máxima de las piernas (dinámica e isométrica), la máxima fuerza isométrica del músculo primer interóseo dorsal (FDI), y las concentraciones plasmáticas de estradiol y progesterona en los días 7 y 14 de la utilización de contraceptivos, y a los 5 días de no tomarlos. El grupo eumenorreico fue valorado en los días 2 y 21 del ciclo menstrual. Los resultados mostraron que no hubo cambios significativos en la concentración de estradiol endógeno ni en la progesterona, ni en ninguna medida de la fuerza muscular. El grupo que tomó contraceptivos no mostró diferencias significativas respecto al grupo control de mujeres eumenorreicas, a pesar de un aumento significativo en la concentración de estradiol y progesterona en el día 21 del ciclo menstrual en comparación con el día 2, respecto a la toma de contraceptivos. En conclusión, los datos sugieren que la utilización de contraceptivos orales no afecta significativamente a la fuerza muscular. Además, las mujeres que tomaron contraceptivos orales no mostraron diferencias respecto al desarrollo de la fuerza, respecto a las mujeres control eumenorreicas.

Rendimiento en ciclismo durante diferentes fases del ciclo menstrual

Cycling time trial performance during different phases of the menstrual cycle

Oosthuysen T, Bosch AN, Jackson S

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 19-mar, 2005

El rendimiento durante el ejercicio de intensidad submáxima no se ha valorado previamente en la última parte de la fase folicular del ciclo menstrual, que se asocia con un aumento pre-ovulatorio de estrógenos. Por tanto, los autores compararon el rendimiento en una prueba simulada de contrarreloj en ciclismo durante la primera parte de la fase folicular (EF), última parte de la fase folicular (LF) y parte media de la fase lútea (ML) del ciclo menstrual en mujeres eumenorreicas entrenadas y no entrenadas, que pedalearon 30 y 15 km, respectivamente, y no estaban en ayunas. Las mujeres completaron las tres sesiones de contrarreloj en una bicicleta de carretera convencional montada sobre un ergómetro. Se requirió que la concentración basal de estrógenos aumentara al menos 2 veces por encima de los valores de la EF, tanto en LF como en ML. Como resultado de esta exigencia se redujo el número de sujetos participantes en el estudio. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en el tiempo final entre las diferentes fases del ciclo menstrual en entrenadas (n=5) o desentrenadas (n=8), con la limitación del tamaño de la muestra. Sin embargo, el análisis combinado de entrenadas más desentrenadas (n=13) reveló una tendencia a una mayor velocidad en la LF, en comparación con la EF, ya que el 73% de las mujeres

mostró mejoras. No se encontraron diferencias significativas en el tiempo realizado entre EF y ML ó entre LF y ML. En conclusión, se necesita más investigación para confirmar la tendencia de un mejor rendimiento en la fase LF, que coincide con la subida pre-ovulatoria de estrógenos.

Efectos del entrenamiento con pesas junto con la suplementación proteica sobre el metabolismo óseo en mujeres adultas jóvenes

Effects of resistance training and protein supplementation on bone turnover in young adult women

Mullins NM, Sinning WE

Nutr Metab (Lond) 17: (epub ahead of print), 2005

La fuerza del hueso envejecido depende del equilibrio entre la resorción y la formación, en el proceso de remodelación. El propósito de este estudio consistía en valorar la influencia de dos factores y su influencia en el metabolismo óseo: entrenamiento de fuerza y complementación con proteínas. Se planteaba la hipótesis de que el entrenamiento con pesas de adultas sanas jóvenes, no entrenadas con ingesta proteica próxima a los niveles recomendados (0,8 g/kg/d) podrían favorecer la formación de hueso y/o inhibir la resorción del mismo; además de que el aporte de 2,4 g adicionales de proteína por kg y día podría revertir estos efectos. El proceso de formación de hueso se analizaba mediante la determinación de fosfatasa alcalina sérica ósea (BAP) o osteocalcina (OC); y la resorción mediante calcio y desoxipiridinolina en orina (DPD). Se determinaron estudios bioquímicos, de fuerza, antropométricos, dietéticos, y de actividad física de 24 mujeres (18 - 29 años) sanas, no entrenadas eumenorréicas, valoradas en condiciones basales, tras 8 semanas de entrenamiento de pesas (3 días a la semana; 1 hora diaria; 3 series; 6 - 10 repeticiones; 13 ejercicios; con intensidad del 75 - 85 % MCV); y después de 12 semanas en entrenamiento con pesas y 10 días de complemento proteico o placebo. Los sujetos se mezclaron aleatoriamente (doble ciego). Se observó un aumento de fuerza, masa magra e incremento de DPD en ambos grupos; mientras que disminuían el porcentaje graso y BAP (determinaciones repetidas ANOVA, $p < 0,05$, con corrección de Bonferroni). No se mostraron cambios en OC sérico ni calcio urinario; ni diferencias significativas entre grupos, ni por tiempo de duración. Por tanto, según los citados resultados, 12 semanas de entrenamiento de fuerza no incrementaron la formación de hueso ni inhibieron la resorción en mujeres adultas jóvenes. El complemento proteico aplicado durante 10 días en estos programas tampoco mostró efectos sobre el metabolismo óseo.

Efectos de la fase menstrual sobre el rendimiento y la recuperación en la actividad intensa intermitente

Effects of menstrual phase on performance and recovery in intense intermittent activity

Middleton LE, Wenger HA

Eur J Appl Physiol 96:53-58, 2006

Los deportes de juego y su entrenamiento requieren ejercicios repetidos de alta intensidad. Este estudio examinaba las diferencias entre las dos fases del ciclo menstrual

en ejercicios intermitentes de alta intensidad. 6 mujeres jóvenes, físicamente activas (19 - 29 años) ejecutaron 10 "sprints" de 6 segundos en cicloergómetro en fase media folicular (FP) (días 6 - 10); y lútea tardía (LP) (días 20 - 24). Se midieron trabajo, potencia, consumo de oxígeno, y lactato en sangre capilarizada. Se analizaron los datos con método de Friedman y Wilcoxon para datos pareados. No se observaron diferencias entre ambas fases menstruales en la potencia pico de la prueba de 6 segundos ($6.8 \pm 0.6 \text{ W kg}^{-1}$ en FP, 6.9 ± 0.6 en LP); la caída del trabajo ($1.2 \pm 3.5 \text{ J kg}^{-1}$ en FP y $1.0 \pm 2.7 \text{ J kg}^{-1}$ en LP), o en el "sprint" ($23.7 \pm 1.5 \text{ mL kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ en LP y 24.3 ± 2.4 en FP). El lactato de sangre capilarizada era también semejante en ambas fases en el minuto 1 ($9.2 \pm 2.7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ en FP, 9.2 ± 3.1 y en el minuto 3 ($9.0 \pm 2.2 \text{ mmol L}^{-1}$ en FP, y 9.2 ± 2.2 en LP). Sin embargo, el trabajo medio en las pruebas de 6 segundos era mayor en LP ($39.3 \pm 3.4 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$) que durante FP ($38.3 \pm 3.1 \text{ J kg}^{-1}$) ($P=0.023$). La recuperación era mayor también en LP que en FP ($26.3 \pm 2.4 \text{ mL kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ en LP, 25.0 ± 2.6 en FP, $P=0.023$). El trabajo medio a lo largo de las series de "sprints" podía ser ligeramente superior durante la fase LP que FP.

Ayudas Ergogénicas 13

Efectos de la suplementación con cafeína sobre la percepción de esfuerzo durante y después del ejercicio: un meta-análisis

Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis

Doherty M, Smith PM

Scand J Med Sci Sports 15: 69-78, 2005

El objetivo de esta investigación fue utilizar un meta-análisis para examinar los efectos de la ingesta de cafeína sobre la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). Veintidós estudios fueron incluidos en el análisis. Los resultados obtenidos durante el esfuerzo realizado a carga constante (n=89) y al finalizar un ejercicio hasta el agotamiento (n=20) fueron analizados en esta investigación. Además, cuando fue posible también se analizó el rendimiento durante el ejercicio (n=16). Los resultados mostraron como en comparación al placebo, la cafeína redujo la RPE durante el ejercicio un 5,6% (-4,5% a -6,7%). Esos valores fueron significativamente mayores que la RPE obtenido al final del ejercicio, con un cambio medio de 0,01% (-0,17% a 0,17%). Además, la cafeína mejoró el rendimiento en un 11,2% (4,6% a 17,8%). Los análisis de regresión indicaron que la RPE obtenido durante el ejercicio podría explicar hasta el 29% de la varianza en la mejora del rendimiento en el ejercicio. Los resultados demuestran que la cafeína reduce la RPE durante el ejercicio, y esto puede explicar parcialmente los efectos de la cafeína sobre el rendimiento.

La ingesta de sodio facilita la hipervolemia, el rendimiento de resistencia aeróbica y la termorregulación

Sodium-facilitated hypervolemia, endurance performance and thermoregulation

Coles MG, Luetkemeier MJ

Int J Sports Med 26: 182-187, 2004

El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de una ingesta oral de sodio (164 mEq - equivalente a 10 ml/kg) inmediatamente antes de realizar un ejercicio, sobre el volumen plasmático, rendimiento de resistencia aeróbica y termorregulación. Catorce participantes consumieron una bebida casi isotónica con sodio (IPOSOL) ó una bebida hipotónica sin sodio (placebo, PL) equivalente a 10 ml/kg con un diseño aleatorio. Los sujetos se ejercitaron al 70% Wmax, a 21-23,3°C, durante 45 min, mientras se midieron distintas variables cardiovasculares y relacionadas con la termorregulación. Posteriormente realizaron una simulación de contrarreloj de 15min. Los resultados mostraron que la ingesta de IPOSOL y PL provocaron una expansión del volumen plasmático del 3,1% y una reducción del mismo de 4,7%, respecto a los valores basales, respectivamente. IPOSOL mantuvo el volumen plasmático durante el ejercicio, en una mayor cuantía que el PL a los 15 y 30min, pero no a los 45min. Hubo una mejora significativa en el rendimiento de la contrarreloj simulada después de IPOSOL. No se observaron diferencias en la frecuencia cardiaca, temperatura del núcleo, RPE ó tasa de sudoración total. En conclusión, la ingesta de IPOSOL antes del ejercicio aumenta el volumen plasmático, manteniendo los volúmenes hasta el min 30 de ejercicio, y mejorando el rendimiento de resistencia aeróbica mejor que el PL, sin aparentes compromisos en los procesos de termorregulación.

La cafeína aumenta la oxidación de los hidratos de carbono exógenos durante el ejercicio

Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise

Yeo SE, Jentjens RL, Wallis GA, Jeukendrup AE

J Appl Physiol (epub ahead of print) 14-abr, 2005

Tanto los hidratos de carbono (CHO) como la cafeína han sido utilizados como ayudas ergogénicas durante el ejercicio. Se ha sugerido que la cafeína aumenta la absorción intestinal de glucosa, pero también hay indicios de que puede disminuir el consumo muscular de glucosa. El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de la cafeína sobre la oxidación de los CHO exógenos. En un estudio aleatorio cruzado, 8 ciclistas se ejercitaron al $64 \pm 3\%$ $VO_2\max$ durante 120 min en tres ocasiones. Durante el ejercicio ingirieron, o bien una solución de glucosa al 5,8% (Glu, 48g/h), o glucosa con cafeína (Glu+Caf, 48g/h + 5 mg/kg/h), o agua (Wat). La solución de glucosa contenía cantidades traza de glucosa marcada ($U-^{13}C$ -glucosa) para poder calcular la oxidación de glucosa exógena. La oxidación de CHO y grasas fue calculada por calorimetría indirecta y la presencia de ^{13}C en los gases espirados. Los resultados mostraron que la oxidación media de CHO exógenos fue un 26% más alta en Glu+Caf que en Glu. La tasa total de oxidación de CHO fue más alta al ingerir CHO que al tomar Wat, siendo todavía mayor al ingerir Glu+Caf. Hubo también una tendencia al aumento de oxidación de CHO endógenos con Glu+Caf. En conclusión, en comparación con la ingesta de glucosa sola, la toma de 5 mg/kg/h de cafeína junto con glucosa, aumenta la oxidación exógena de CHO posiblemente como resultado de un aumento de la absorción intestinal.

Efectos de la alcalosis metabólica inducida sobre el rendimiento de sprints intermitentes de duración prolongada

Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance

Bishop D, Claudius B

Med Sci Sports Exerc 37: 759-767, 2005

Estudios previos han mostrado que la alcalosis metabólica inducida, vía administración de bicarbonato sódico ($NaHCO_3$), puede mejorar el rendimiento de sprint repetidos de corta duración. El objetivo de este estudio fue valorar los efectos de la ingesta de $NaHCO_3$ sobre un test de sprint intermitente de duración prolongada (IST). Siete mujeres, atletas de deportes de equipo (19 ± 1 años; $VO_2\max$: $45,3 \pm 3,1$ ml/kg/min), ingirieron 0,2 g/kg de $NaHCO_3$ ó 0,138 g/kg de NaCl (placebo), aleatoriamente y con diseño doble ciego, 90 y 120 min antes de realizar el IST sobre un cicloergómetro (2 "mitades" de 36 min con bloques de repeticiones de 2 min consistentes en: 4 s de esprint, 100 s de recuperación activa al 35% $VO_2\max$ y 20 s de reposo). Se obtuvieron muestras de sangre capilar antes de la ingesta, y antes, durante y después de cada mitad de IST. Los resultados mostraron una concentración de bicarbonato en plasma en reposo de $22,6 \pm 0,9$ mmol/l, siendo a los 90 min de la ingesta de $21,4 \pm 1,5$ y $28,9 \pm 2,8$ mmol/l para las condiciones de placebo y $NaHCO_3$, respectivamente. La concentración plasmática de HCO_3 durante la condición $NaHCO_3$ permaneció signifi-

cativamente más alta durante todo el IST en comparación con el placebo y la pre-ingesta. Hubo una tendencia al aumento del trabajo total realizado en el segundo, pero no en el primer periodo ("mitad") del IST después de la ingesta de NaHCO₃. Además, los sujetos completaron significativamente más trabajo (en la segunda mitad del protocolo) en 7 de los 18 sprints de 4 s después de la ingesta de NaHCO₃. En conclusión, los resultados del estudio sugieren que la ingesta de NaHCO₃ puede aumentar el rendimiento de sprint-intermitentes, y puede ser una ayuda ergogénica de utilidad en deportes de equipo.

Aumento de la IGF mRNA en músculo esquelético humano después de la suplementación con creatina

Increased IGF mRNA in human skeletal muscle after creatine supplementation

*Deldicque L, Louis M, Theisen D, Nielens H, Dehoux M, Thissen JP, Rennie MJ, Francaux M
Med Sci Sports Exerc 37: 731-736, 2005*

Los autores hipotizaron que la suplementación con creatina podría facilitar el anabolismo muscular al aumentar la expresión de factores del crecimiento y la fosforilación de moléculas marcadoras anabólicas; los autores valoraron las respuestas de mRNA para IGF-I y IGF-II, y el estado de la fosforilación de los componentes de señal anabólica p70 y 4E-BP1, frente a una sesión de ejercicio de fuerza de alta intensidad después de 5 días de suplementación con creatina. Se realizó un diseño cruzado doble ciego, obteniendo mediante biopsia muestras de tejido del músculo vasto lateral en reposo, y a las 3 y 24h después del ejercicio en sujetos que tomaron creatina o placebo durante 5 días (21 g/día). En las primeras 3 h post-ejercicio, los sujetos tomaron una bebida que contenía maltodextrina y proteínas (0,08 g/kg/h). Los resultados mostraron que después de la suplementación con creatina, el músculo en reposo expresó más mRNA para IGF-I (+30%) y IGF-II (+40%). El ejercicio provocó un aumento en las 3h post-ejercicio en IGF-I (+24%) y IGF-II (+48%), y a las 24 h post-ejercicio en IGF-I (+29%), pero este efecto no fue potenciado por la suplementación con creatina. Los estados de fosforilación de p70 y 4E-BP1 no se afectaron por la creatina en reposo; la fosforilación de ambos aumento en niveles superiores en el grupo placebo y en el grupo de suplementación con creatina, en el periodo de 3h post-ejercicio. Sin embargo, el estado de fosforilación de 4E-BP1 fue más alto en el grupo de creatina vs placebo a las 24 h post-ejercicio. En conclusión, el aumento en la masa libre de grasa observado con frecuencia después de la suplementación con creatina podría estar mediado por activación anabólica en relación con IGF y 4E-BP1.

Influencia de la suplementación crónica de aspartato arginina en atletas de resistencia, sobre el rendimiento y metabolismo de sustratos - un estudio aleatorio, doble ciego, controlado con placebo.

Influence of chronic supplementation of arginine aspartate in endurance athletes on performance and substrate metabolism - a randomized, double-blind, placebo-controlled study

Abel T, Knechtle B, Perret C, Eser P, von Arx P, Knecht H

190 *Int J Sports Med 26: 344-349, 2005*

El consumo de aspartato-arginina parece aumentar las hormonas anabólicas hGH y glucagón. El objetivo de esta investigación fue investigar si el consumo diario de dos dosis diferentes de aspartato-arginina durante 4 semanas, afectaba a distintos parámetros asociados al síndrome de sobreentrenamiento, incluidos parámetros endocrinos y metabólicos. Treinta atletas de resistencia aeróbica participaron en el estudio, siendo distribuidos aleatoriamente en tres grupos. Durante 4 semanas, tomaron aspartato-arginina con elevada concentración (H) de 5,7 g de arginina y 8,7 g de aspartato, baja concentración (L) con 2,8 g de arginina y 2,2 g de aspartato, o placebo (P). Se determinaron el VO_2 pico y el tiempo hasta el agotamiento en un ejercicio incremental hasta el agotamiento, antes y después de la suplementación. Se midieron antes y después de cada ejercicio incremental, las concentraciones de hGH, glucagón, testosterona, cortisol, ferritina, lactato y urea. Los resultados mostraron que en comparación con el placebo, no se encontraron diferencias en el rendimiento de resistencia (VO_2 pico, tiempo hasta el agotamiento), ni en parámetros endocrinos, ni metabólicos. Consecuentemente, no se evidenciaron razones para pensar en el aspartato-arginina como ayuda ergogénica, por lo que su utilización como ayuda ergogénica debería ser re-evaluada. En cualquier caso, parecen necesarias más investigaciones con mayores dosis y tiempo de consumo, para llegar a conclusiones definitivas.

Comparación de la acumulación de creatina en músculo esquelético y eritrocitos después de una carga de creatina

Comparison of erythrocyte and skeletal muscle creatine accumulation following creatine loading
Preen DB, Dawson BT, Goodman C, Beilby J, Ching S
Int J Sport Nutr Exerc Metab 15 : 84-93, 2005

Esta investigación estudió la relación entre la acumulación de creatina (Cr) en el músculo esquelético humano y en eritrocitos, después de una suplementación con creatina. En caso de existir una buena correlación, un test realizado en sangre podría servir como un medio práctico, menos invasivo que la biopsia muscular para evaluar la acumulación intracelular de Cr. Dieciocho sujetos activos pero no bien entrenados fueron sometidos a una suplementación con Cr (4 x 5g/día) durante 5 días. Se obtuvieron biopsias musculares del vasto lateral, antes y después de la carga, analizando el contenido de Cr, fosfocreatina (PCr) y el contenido total de Cr (TCr). También se obtuvieron muestras de sangre para determinar el contenido de Cr de los eritrocitos. Los resultados mostraron una elevación de las concentraciones musculares de Cr, PCr y TCr, en un 39,8%, 7,5% y 20,1%, respectivamente. La concentración de Cr en los eritrocitos fue baja, y no se correlacionó con las concentraciones de las células musculares. La concentración de Cr en el interior del eritrocito aumentó después de la carga de Cr, pero esta elevación no refleja el aumento observado en las células musculares. En consecuencia, la determinación de la concentración de Cr en los eritrocitos no es una medida fiable de la acumulación de Cr en las células musculares.

Actividad Física y aminoácidos de cadena ramificada

Interrelationship between Physical Activity and Branched-Chain Amino Acids
Gleeson M
J Nutr 135:1591S-1595S, 2005

Algunos deportistas pueden consumir grandes cantidades de aminoácidos de cadena ramificada (BCAAs) por su ingesta alta en energía y en proteínas, y por el uso de suplementos proteínicos, soluciones de hidrolizados de proteínas y aminoácidos libres. Los requerimientos proteicos pueden ser verdaderamente mayores en deportistas de fondo, con respecto a la población general sedentaria, ya que hay un aumento de oxidación de algunos de los aminoácidos, incluyendo los BCAAs, cuando aumenta el consumo energético, y debe ser compensado por la dieta. A finales de los 70 se consideraba que los BCAAs constituían la tercera fuente de energía para el músculo esquelético, tras los hidratos de carbono y las grasas, sin embargo fue desmentido por un número de estudios posteriores. No existen estudios convincentes que apoyen los reclamos comerciales de los supuestos efectos anticatabólicos durante y tras el ejercicio en humanos, ni la posible actividad de reparación del músculo lesionado tras el ejercicio. La ingesta recomendada de proteínas para deportistas (1,2 - 1,8 g/kg de peso) no parece ser dañina. El consumo de suplementos de BCAA de 10 - 30 g/día parece no estar carente de efectos perjudiciales. Sin embargo, las razones esgrimidas para justificar el consumo de las mismas no han recibido respaldo científico.

Efectos de la ingesta de triglicéridos de cadena media e hidratos de carbono sobre el rendimiento en pruebas de ultrarresistencia

The effects of medium-chain triacylglycerol and carbohydrate ingestion on ultra-endurance exercise performance

Goedecke JH, Clark VR, Noakes TD, Lambert EV

Int J Sport Nutr Metab 15: 15-27, 2005

El objetivo de esta investigación fue determinar si la ingesta combinada de triacilglicerol de cadena media (MCT) e hidratos de carbono (CHO), podría alterar el metabolismo de los sustratos y mejorar el rendimiento en pruebas de ultrarresistencia en ciclismo. Ocho ciclistas entrenados tomaron parte en este estudio aleatorio y con diseño ciego cruzado. En dos ocasiones diferentes, los sujetos pedalaron durante 270 min al 50% W_{pico} , intercalando cuatro sprint de 75 KJ en intervalos de 60 min, seguido inmediatamente de una contrarreloj simulada de 200 KJ. Una hora antes de las sesiones, los sujetos ingirieron o 75 g de CHO ó 32 g de MCT, tomando entonces 200 ml de una solución de CHO al 10% ó una solución de MCT al 4,3% + otra al 10% de CHO, cada 20 min durante las sesiones CHO ó MCT, respectivamente. Durante las fases de carga constante de 270 min, se midieron VO_2 , RER y frecuencia cardiaca (HR) en intervalos de 30 min, recogiendo al mismo tiempo la sintomatología gastrointestinal (GI). Los resultados mostraron ausencia de diferencias en VO_2 y RER entre las sesiones MCT y CHO. Los sprint horarios y los tiempos de la contrarreloj simulada fueron más lentos en MCT que en CHO. La mitad de los sujetos experimentaron síntomas gastrointestinales con la ingesta de MCT. En conclusión, los MCTs ingeridos antes del ejercicio y co-ingiridos con CHO durante el ejercicio no alteran el metabolismo de los sustratos y comprometen ligeramente el rendimiento en sprint durante ejercicios de ultrarresistencia en ciclismo.

La cafeína mejora la resistencia aeróbica en sujetos de 75 años de edad. Un estudio aleatorio, doble ciego, controlado con placebo y con diseño cruzado

Caffeine improves endurance in 75-year old citizens. A randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over study

Norager CB, Jensen MB, Madsen MR, Laurberg S

J Appl Physiol (epub ahead of print) 4-agos, 2005

Esta investigación estudio los efectos de la cafeína sobre el rendimiento físico en sujetos mayores de 70 años. El estudio se realizó con 15 hombres y 15 mujeres. Los sujetos no tomaron cafeína en las 48 h previas al estudio, y fueron distribuidos aleatoriamente para recibir una capsula de cafeína (6 mg/kg) o placebo, alternando con 1 semana de intervalo. Una hora después de la intervención se midieron: tiempo de reacción y movimiento, estabilidad postural, velocidad de marcha, pedaleo en bicicleta al 65% de la FCmax teórica, máxima fuerza isométrica y fuera resistencia en flexión del codo. Los resultados mostraron que la cafeína aumento el tiempo de pedaleo en bicicleta un 25% y la fuerza resistencia del codo un 54%. La cafeína también redujo la RPE después de 5 min de ciclismo un 11%, mejorando la estabilidad postural con ojos abiertos un 25%. La cafeína no afectó a la fuerza muscular máxima, velocidad de marcha, ni tiempos de reacción o movimiento. Al final del estudio el 46% de los participantes identificaron los periodos de toma de cafeína o placebo. La cafeína mejoró la resistencia al ejercicio aeróbico en personas sanas de > de 70 años, pero las razones para detener el test en bicicleta fueron muy variadas entre los participantes, que se ejercitaron al 55% del VO₂max, aproximadamente. Son necesarios más estudios para investigar si la cafeína puede ser utilizada para mejorar la condición física de los sujetos de edad avanzada de una población.

Ingesta de tirosina: efectos sobre la resistencia aeróbica, fuerza muscular y rendimiento anaeróbico

Ingestion of tyrosine: effects on endurance, muscle strength, and anaerobic performance

Sutton EE, Coill MR, Deuster PA

Int J Sports Nutr Exerc Metab 15 : 173-185, 2005

La ingesta de tirosina se piensa que mejora el rendimiento aeróbico, la fuerza muscular y la potencia anaeróbica en hombres sometidos a distintos grados de estrés fisiológico. En este estudio, diseñado a doble ciego cruzado, 20 hombres (32±1 años) realizaron 2 sesiones en tapiz rodante, 1 después de la ingesta de tirosina (150 mg/kg) y 1 después de placebo. La dosis de tirosina se basó en el peso del sujeto, y se ingirió 30min antes del ejercicio. Se realizaron distintas valoraciones de fuerza y pruebas de resistencia aeróbica en tapiz rodante. Los resultados mostraron que el tiempo total de ejercicio en tapiz no aumentó significativamente después de la ingesta de tirosina. La potencia total subiendo escaleras y la fuerza muscular tampoco mejoró con la ingesta de tirosina. En resumen, los resultados indican que la ingesta aguda de tirosina en hombres sanos no produce efectos significativos de mejora ni en la resistencia aeróbica, ni en la fuerza muscular, ni en la potencia anaeróbica.

La suplementación con vitamina C afecta a los marcadores sanguíneos de estrés oxidativo en respuesta a 30min de carrera al 75% VO₂max

Vitamin C supplementation affects oxidative-stress blood markers in response to a 30-minute run at 75% VO₂max

Goldfarb AH, Patrick SW, Bryer S, You T

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15 : 279-290, 2005

Se comparó la suplementación con vitamina C (VC) (500 ó 1000 mg/día durante 2 semanas) con un tratamiento placebo (P) para valorar si la VC tenía influencia sobre el estrés oxidativo. Doce sujetos sanos (25±1,4 años) fueron asignados aleatoriamente en un diseño contrabalanceado con un periodo de 2 semanas entre tratamientos. Los resultados mostraron que las medidas de intensidad de ejercicio (VO₂, RER, RPE, HR, lactato) fueron similares entre tratamientos. Los marcadores de estrés oxidativo en reposo no fueron afectados por el tratamiento. El ejercicio disminuyó el glutatión total (TGSH) y el glutatión reducido (GSH), y aumentó el glutatión oxidado (GSSG), independientemente del tratamiento. Los carbonil proteicos (PC) aumentaron 3,8 veces en el P. La VC atenuó la respuesta al ejercicio de PC de forma dosis dependiente. Las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico no fueron influenciadas por el ejercicio o la VC. Los datos sugieren que la suplementación con vitamina C puede atenuar la oxidación proteica inducida por el ejercicio de manera dosis dependiente, sin afectar a la peroxidación lipídica o al estado del glutatión.

L-carnitina y recuperación de ejercicio de resistencia aeróbica agotador: un estudio clínico, aleatorio y doble ciego

L-carnitine and the recovery from exhaustive endurance exercise: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial

Stuessi C, Hofer P, Meier C, Boutellier U

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print) 29-sep, 2005

Los autores hipotetizaron que la ingesta de L-carnitina pudiera acelerar la recuperación de un ejercicio agotador debido a que el aumento de la concentración sanguínea de L-carnitina provoca una vasodilatación en los vasos sanguíneos aislados de animales, así como en pacientes con enfermedad vascular periférica durante el ejercicio. Doce sujetos recibieron, o bien 2 g de L-carnitina o bien, placebo en un estudio con diseño de doble ciego cruzado. Dos horas después de la administración, los sujetos realizaron un test de ejercicio a carga constante (CET1) en bicicleta a intensidad correspondiente a su umbral anaeróbico, hasta el agotamiento. Tres horas después de este test, se repitió un segundo test (CET2). Después de 4-14 días, los sujetos volvieron a realizar el mismo protocolo después de tomar L-carnitina o placebo. Los resultados mostraron que los tiempos de ejercicio de los 12 sujetos fueron idénticos con L-carnitina (CET1 y CET2) o con placebo. También la frecuencia cardíaca, VO₂, RER y concentración de lactato en sangre fueron idénticos. En conclusión, 2 g de L-carnitina tomados 2 h antes de un ejercicio de carga constante no tiene influencia sobre un segundo test realizado 3 h después, en comparación con la ingesta de placebo.

La suplementación con beta-hidroxi-beta-metilbutirato (HMB) y ácido alfa-ketoisocaproico (KIC) reduce los signos y los síntomas del daño muscular inducido por el ejercicio en hombres

Supplementation with beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) y ácido alfa-keto-isocaproico (KIC) reduces signs and symptoms of exercise-induced muscle damage in man

van Someren KA, Edwards AJ, Howatson G

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15 : 413-424, 2005

Este estudio examinó los efectos de la suplementación con HMB y KIC sobre los signos y los síntomas del daño muscular inducido por el ejercicio, después de una sola sesión de trabajo excéntrico. Seis sujetos varones no entrenados en fuerza realizaron un protocolo de ejercicio diseñado para inducir daño muscular en dos ocasiones por separado, realizadas con el brazo dominante y no-dominante con un diseño cruzado. Los sujetos fueron asignados al grupo experimental (HMB/KIC - 3g HMB y 0,3 g KIC / día) o al grupo placebo, 14 días antes del ejercicio, en un diseño cruzado. Antes del ejercicio, y 1h, 24h, 48h y 72h después de finalizarlo, se determinaron 1RM, creatinaquinasa (CK), dolor muscular tardío (DOMS), diámetro de miembro y rango de movilidad (ROM). Los resultados mostraron que DOMS y %cambio en 1RM, diámetro de miembro y ROM se modificaron en un periodo de 72 h. La suplementación con HMB/KIC atenuó la respuesta de la CK, el % de descenso del 1RM y el % de aumento del diámetro del miembro. Además, DOMS se redujo en 24h post-ejercicio con el tratamiento. En conclusión, 14 días de suplementación con HMB/KIC redujo los signos y síntomas del dolor muscular tardío inducido por el ejercicio en atletas no entrenados en fuerza, después de una sesión de entrenamiento excéntrico.

Efectos de la suplementación aguda vs crónica de L-carnitina L-tartrato sobre las respuestas metabólicas en el ejercicio de estado estable en hombres y mujeres

Effects of acute versus chronic L-carnitine L-tartrate supplementation on metabolic responses to steady state exercise in males and females

Abramowicz WN, Galloway SD

Int J Sport Nutr Exerc Metab 15 : 386-400, 2005

Doce sujetos activos y sanos (6 hombres y 6 mujeres) realizaron 60 min de ejercicio al 60% VO₂max en tres ocasiones después de la suplementación con L-carnitina L-tartrato (LCLT) o placebo. Cada sujeto recibió una dosis crónica, una dosis aguda y una dosis placebo en orden aleatorio, con un diseño doble ciego. El consumo nutricional y el ejercicio fueron los mismos en los dos días previos a cada condición. En hombres, hubo una diferencia significativa en la tasa de oxidación de hidratos de carbono (CHO) entre placebo y condición de suplementación crónica, pero no entre placebo y suplementación aguda, y la oxidación total de CHO fue mayor después de la suplementación crónica vs placebo. En mujeres, no se observaron diferencias entre las distintas condiciones de estudio. No hubo efectos sobre la oxidación de las grasas o respuestas hematológicas entre grupos. Bajo esas condiciones experimentales, la suplementación crónica de LCLT aumentó la oxidación de CHO en hombres durante el ejercicio, pero esto no se observó en mujeres.

Administración de cloruro de cobalto en deportistas: ¿una nueva perspectiva en el dopaje sanguíneo?

Cobalt chloride administration in athletes: a new perspective in blood doping?

Lippi G, Franchini M, Guidi GC

Br J Sports Med 39: 872-873, 2005

El dopaje sanguíneo es un mecanismo sucio e ilegal para mejorar el rendimiento deportivo, por medio del incremento de la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. Los métodos empleados habitualmente se basan en los estímulos de la eritropoyesis. La terapia génica dirigida hacia la inducción de hipoxia puede ser una opción atractiva a las técnicas tradicionales. La hipoxia produce un estímulo de gran número de genes con importantes papeles en la adaptación celular y tisular a los niveles bajos de oxígeno. El cloruro de cobalto es una sustancia bien conocida con capacidad de producir efectos semejantes a la hipoxia, que puede actuar sobre la eritropoyesis. El enriquecimiento con cobalto. El cobalto no figura en los listados de sustancias prohibidas, y por tanto no podría ser detectado por un análisis de control de dopaje ordinario. Aunque todavía no hay datos fehacientes del uso de esta sustancia en deportistas, deberíamos estar alerta frente a este hecho no solo por su aspecto de ética de competición, sino también por su potencial peligro para la salud.

Efectos de la suplementación con leucina en la dieta sobre el rendimiento del ejercicio

Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance.

Crowe MJ, Weatherson JN, Bowden BF

Eur J Appl Physiol 29:1-9, 2005

Los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), y la leucina en particular se han considerado sustancias ergogénicas tanto para el rendimiento de resistencia como para el de fuerza y potencia muscular. Este estudio investigaba los efectos de la suplementación con leucina sobre el rendimiento de deportistas en canoa con balancines. Trece deportistas de esta especialidad (10 mujeres y 3 varones), de $31,6 \pm 2,2$ años de edad; con $VO_2\max$ de $47,1 \pm 2,0$ $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ se sometieron a estudios pre-post 6 semanas de suplementación con cápsulas L (leucina 45 mg/kg/d; n = 6) o placebo (harina de maíz, n = 7). Se les determinó antropometría; ejercicio de potencia del tren superior de 10 segundos; y ejercicio hasta el agotamiento al 70 - 75 % de la potencia aeróbica; donde se valoraron RPE, frecuencia cardíaca (HR) y concentración de BCAA y triptófano. Se comprobó un significativo aumento de leucina y BCAA en plasma. El rendimiento del tren superior mejoró significativamente en ambos grupos, pero la potencia era especialmente elevada en el grupo L. (6.7 ± 0.7 v. 6.0 ± 0.7 $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$). El tiempo de remo se incrementó significativamente [77.6 ± 6.3 - 88.3 ± 7.3] min], descendiendo significativamente la RPE (14.5 ± 1.5 - 12.9 ± 1.4), mientras que estas variables no se modificaron en el grupo del placebo. El uso de leucina no modificaba el triptófano plasmático en la relación de los BCAA, la HR o las variables antropométricas. Como conclusión se extraía que la complementación con leucina incrementaba el rendimiento de la parte superior del cuerpo en un grupo de canoistas sin cambios significativos en la relación del triptófano con los BCAA.

La suplementación oral crónica con L-arginina, pero no la aguda, retrasa el umbral ventilatorio durante el ejercicio en pacientes con insuficiencia cardiaca

Chronic but not acute oral L-arginine supplementation delays the ventilatory threshold during exercise in heart failure patients

*Doutreleau S, Mettauer B, Piquard F, Schaefer A, Lonsdorfer E, Richard R, Geny B
Can J Appl Physiol 30: 419-432, 2005*

El objetivo de esta investigación fue determinar, en pacientes con insuficiencia cardiaca (HF), si la suplementación aguda o crónica con L-arginina (LAS), puede retrasar el umbral ventilatorio (VT), y si la administración crónica de LAS puede llegar a reducir la concentración de lactato en ejercicio. Los pacientes realizaron 4 test en cicloergómetro: los tres primeros fueron máximos, sin suplementación (EX1), después de administración aguda (EX2) o crónica (EX3) de LAS (6 g, 2 veces/día, 6 semanas). El cuarto test (EX4), se realizó después de la administración crónica de LAS. Los resultados mostraron que la administración aguda de LAS no mejoró la capacidad aeróbica submáxima, ni máxima. De forma similar, la capacidad máxima de ejercicio no se modificó después de la administración crónica de LAS. Sin embargo, la administración crónica de LAS retrasó el umbral ventilatorio en estos pacientes. Además, la administración crónica de LAS redujo el incremento del lactato post-ejercicio ($-21 \pm 7\%$). En conclusión, la administración crónica de L-arginina retrasa el umbral ventilatorio, y reduce la concentración de lactato en sangre durante el ejercicio en pacientes HF. Los datos sugieren que quizás la administración crónica de LAS pueda mejorar la capacidad de trabajo cotidiano en estos pacientes.

La suplementación con creatina reduce el monofosfato de inosina muscular durante el ejercicio de resistencia en humanos

Creatine supplementation reduces muscle inosine monophosphate during endurance exercise in humans

*McConell GK, Shinewell J, Stephens TJ, Stathis CG, Canny BJ, Snow RJ
Med Sci Sports Exerc 37: 2054-2061, 2005*

La suplementación con creatina (Cr) ha mostrado que reduce el aumento de amonio e hipoxantina plasmática durante el ejercicio de resistencia de alta intensidad de 1 h de duración, sugiriendo que la administración de creatina puede mejorar el balance energético muscular (oferta vs demanda de ATP) durante ese tipo de ejercicio. Los autores hipotetizan que la suplementación con Cr podría mejorar el balance energético muscular durante el ejercicio intenso de larga duración. Siete sujetos bien entrenados completaron 2 sesiones de ejercicio de aproximadamente 1 h de duración (45 min de ciclismo al $78 \pm 1\%$ VO_2pico , seguido de un ejercicio equivalente a 251 ± 6 KJ realizado lo más rápido posible). Los sujetos tomaron aproximadamente 42 g de dextrosa 5 días antes de la realización de la primera sesión (CON), y entonces ingirieron 21 g de Cr + 21 g de dextrosa durante 5 días antes de la segunda sesión (CREAT). Las sesiones no fueron aleatorias debido al largo tiempo de "lavado" de la Cr. Los resultados mostraron que la suplementación con Cr aumentó la Cr total en el músculo. No se

encontraron diferencias entre grupos en ninguna medida muscular o de metabolitos en plasma, después de los primeros 45 min de ejercicio. A pesar de realizar un tiempo de ejercicio similar en ambas sesiones (aproximadamente 13,5 min al 86% VO_2pico), el IMP al final del ejercicio fue significativamente más bajo en CREAT que en CON. En conclusión, el contenido de Cr muscular antes de realizar ejercicio, se relaciona con la habilidad del tejido muscular para mantener un balance energético durante el ejercicio aeróbico de elevada intensidad, pero no en moderadas intensidades.

La influencia de la cafeína sobre la contracción muscular voluntaria

The influence of caffeine on voluntary muscle activation

Kalmar JM

Med Sci Sports Exerc 37: 2113-2119, 2005

La cafeína es un estimulante del SNC muy utilizado, que ha concitado interés por los fisiólogos debido a sus efectos directos sobre el músculo esquelético "in vitro", así como a sus efectos ergogénicos sobre las pruebas de rendimiento físico human, en laboratorio. Aunque se ha demostrado con claridad los efectos del medicamento sobre el SNC, los efectos sobre la contracción muscular voluntaria en humanos están menos definidos. La contracción muscular voluntaria puede modificarse tanto por el estímulo supraespinal voluntario, como el involuntario; por las propiedades de la membrana de la motoneurona alfa; así como por la retroalimentación aferente a las neuronas espinales y supraespinales. Esta revisión analiza los efectos de la cafeína sobre la contracción muscular voluntaria que ha sido demostrada en estudios recientes sobre humanos, y reflexiona sobre los mecanismos centrales que pueden actuar. Existen indicios de los efectos de la cafeína sobre los potenciales evocados motores, el reflejo de Hoffman, la excitación automantenida de la motoneurona alfa. La sensación de dolor y fuerza se emplean tanto como limitaciones como para la prescripción de uso en estudios neuromusculares en humanos.

Efectos de la suplementación con creatina sobre el entrenamiento para la competición en nadadores de élite

Effect of creatine supplementation on training for competition in elite swimmers.

Peyrebrune MC, Stokes K, Hall GM, Nevill ME.

Med Sci Sports Exerc 37: 2140-2147, 2005

El objetivo de este estudio fue valorar los efectos de la suplementación con creatina (Cr) sobre el entrenamiento para la competición en 20 nadadores. Los sujetos realizaron una prueba máxima de *sprint* (8 x 50 yd (45.72 m), T1) antes de la administración de creatina (Cr, 20 g./d monohidrato de Cr durante 5 d), 1 semana mas tarde (T2), y tras 22 a 27 semanas de entrenamiento y competición (T3). Tras T2, se les administró a los sujetos bien Cr (3 g + glucosa 7 g/d) o placebo (glucosa 10 g/d; en técnica doble ciego) para el resto del tiempo y entonces para los dos grupos se les ofreció, una vez mas, 20 g/d de monohidrato de Cr durante 5 días antes de la principal competición. Se extrajeron muestras de sangre venosa y capilar antes y después de la prueba con objeto de medir metabolitos sanguíneos y hormonas. Se registraron los

resultados de la competición (tiempos) y las modificaciones en los mejores tiempos de los nadadores para comparar los efectos. Los resultados mostraron que los tiempos medios de competición en los grupos con cretina y control se diferenciaron $+1.90 \pm 1.91$ y $+0.72 \pm 1.64\%$ para el recorrido corto (SC, piscina de 25m) y en $+0.14 \pm 1.14$ y $-0.59 \pm 0.82\%$ para el recorrido largo (LC, piscina de 50m), respectivamente (Cr vs control, NS). No se observaron diferencias entre los grupos con respecto a los metabolitos sanguíneos, aunque la respuesta a la hormona del crecimiento a las series de *sprints* fue más moderada siguiendo la administración de Cr (T1, 30.42 ± 14.60 y 28.95 ± 18.27 microg.L; T2, 21.48 ± 13.96 y 14.24 ± 7.32 microg.L para los grupos con Cr y control, respectivamente $P < 0.05$).

