

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/305391078>

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015

Book · January 2015

CITATIONS

0

READS

16,876

1 author:



[Amelia Guadalupe Grau](#)

Universidad Politécnica de Madrid

102 PUBLICATIONS 1,638 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Special Issue on "Exercise and Health during COVID-19" mdpi.com/sj/74647 [View project](#)



Estilo de vida en adolescentes entre 13 y 17 años del estado de Jalisco, México, a través de la nutrición y la actividad física. [View project](#)

Actualizaciones
en
FISIOLOGÍA
del
EJERCICIO
2015

Luis A. Berlanga · José López Chicharro
(Coordinadores)

Valentín E. Fernández Elías · Asier Mañas Bote · Nuria Del Cerro Marín
Amelia Guadalupe-Grau · Jaime de la Calle Herrero
Daniel Blanco Galindo · Davinia Vicente-Campos

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015

Luis A. Berlanga y José López Chicharo
(Coordinadores)

Valentín E. Fernández Elías
Asier Mañas Bote
Nuria Del Cerro Marín
Amelia Guadalupe-Grau
Jaime de la Calle Herrero
Daniel Blanco Galindo
Davinia Vicente-Campos

© Exercise Physiology & Training
Madrid, 2016
ISBN: 978-84-608-6074-7



Índice

Actividad física y salud	5
Capacidad funcional	74
Cardiovascular y sangre	111
Edad y ejercicio	123
Estrés medioambiental	138
Función muscular	144
Hidratación	165
Metabolismo	182
Nutrición y ayudas ergogénicas	185
Sistema endocrino	230
Sistema respiratorio	233

Actividad Física y Salud

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Eficacia a largo plazo de un programa de entrenamiento intenso en bicicleta en pacientes con EPOC avanzado

Long-term efficacy of intensive cycle ergometer exercise training program for advanced COPD patients ([pdf original](#))

Pothirat C, Chaiwong W, Phetsuk N y col
Int J Chron Obstruct Pulmon Dis 10: 133-144, 2015

Los programas de ejercicio son una parte esencial de la rehabilitación pulmonar, constituyendo una parte esencial del manejo clínico de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Los principales objetivos de los programas de ejercicio dirigidos a pacientes con EPOC son: reducir sintomatología, disminuir la discapacidad, incrementar la participación en actividades sociales y con todo ello mejorar la calidad de vida. El objetivo de esta investigación fue determinar la eficacia de un programa de ejercicio intenso sobre cicloergómetro sobre distintos parámetros clínicos en pacientes con EPOC avanzada. Para ello un grupo de pacientes con EPOC avanzada fueron distribuidos en dos grupos: grupo de programa de ejercicio y grupo control. Los parámetros clínicos de los pacientes fueron evaluados al inicio del periodo de estudio, cada mes durante los 3 primeros meses del programa, y cada 3 meses hasta completar los 24 meses de seguimiento. El entrenamiento se estructuró de la siguiente manera: en las primeras 2 semanas, 30-40 min a moderada intensidad (30-35% frecuencia cardiaca de reserva (HRR)), sin exceder del valor "6" en la RPE (0-10). Posteriormente las sesiones aumentaron la intensidad y la duración (5% y 5 min), alternativamente cada 2 semanas, hasta alcanzar un máximo de 60 min al 50-55% HRR durante las últimas 2 semanas. Un total de 41 pacientes participaron en el estudio (27 en el grupo de entrenamiento). Los resultados mostraron mejoras significativas en el grupo de entrenamiento en fuerza muscular, tiempo de resistencia hasta la fatiga, distancia en el test de 6 min caminando, severidad de la disnea y calidad de vida. No se observaron diferencias de supervivencia entre grupos. Los resultados revelaron cambios significativos tanto a nivel central como periférico, con mejoras en fuerza muscular periférica y de los músculos respiratorios, grado de disnea e índices de calidad de vida. Pocos estudios han valorado las adaptaciones alcanzadas con programas de ejercicio aplicados a pacientes con EPOC con seguimiento de 2 años, perspectiva ésta que permite valorar mejor los tiempos de adaptación. Así, la mejora del test de 6 min caminando se produjo de 0 a 9 meses, mientras que la mejora del tiempo hasta la fatiga aumentó durante todo el periodo de estudio, lo que sugiere que este último valora mejor la capacidad funcional de estos pacientes. Por su parte, los índices de calidad de vida fueron mejorando a lo largo del periodo de estudio. La ausencia de diferencias en la tasa de supervivencia entre grupos (89% grupo entrenamiento vs 71% grupo control) puede ser debida al tamaño de la muestra y/o al corto periodo de seguimiento. El FEV1 fue la variable más relacionada con la supervivencia, y los pacientes no mejoraron esa variable con el entrenamiento aplicado. En conclusión, los resultados confirman la eficacia de los programas de ejercicio en pacientes con EPOC de grado avanzado, alcanzando la mayoría de las adaptaciones centrales y periféricas en los primeros 9 meses de seguimiento.

Ejercicio de fuerza con diferentes volúmenes: respuesta de la presión arterial y el flujo sanguíneo del antebrazo en hipertensos de edad avanzada

Resistance exercise with different volumes: blood pressure response and forearm blood flow in the hypertensive elderly ([pdf original](#))

Brito Ade F, de Oliveira CV, Brasileiro-Santos Mdo S, Santos Ada C
Clin Interv Aging 9: 2151–2158, 2014

Numerosos estudios muestran que el ejercicio aeróbico causa mayores reducciones de la presión arterial en comparación con el entrenamiento de fuerza. Sin embargo, estudios recientes indican que el efecto hipotensor del ejercicio de fuerza también puede reducir ésta de la misma forma que el entrenamiento aeróbico, desconociéndose aún el mejor volumen de prescripción de ejercicio. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos sesiones de fuerza con diferentes volúmenes en la hipotensión post-ejercicio, el flujo sanguíneo en el antebrazo, y la resistencia vascular del antebrazo en sujetos ancianos hipertensos. El estudio se realizó con diez sujetos hipertensos de edad avanzada (65 ± 3 años, $28,7\pm 3$ kg/m²) sometidos a tres sesiones experimentales, es decir, una sesión de control, ejercicio con una serie (S1), y ejercicio con tres series (S3). Para cada sesión, los sujetos fueron evaluados antes y después de la intervención. En el período previo a la intervención, se midieron la presión arterial, el flujo sanguíneo en el antebrazo y la resistencia vascular del antebrazo después de 10 minutos de descanso en posición supina. Después, los sujetos fueron trasladados al gimnasio para realizar sus sesiones de ejercicio o permanecieron en reposo durante el mismo período de tiempo. Tanto S1 y S3 comprendían un conjunto de diez repeticiones de diez ejercicios, con un intervalo de 90 segundos entre los ejercicios. Posteriormente, las mediciones se realizaron de nuevo a los 10, 30, 50, 70 y 90 minutos de recuperación (después de la intervención) en posición supina. La hipotensión post-ejercicio fue mayor en S3 que en S1 (presión arterial sistólica, $-26,5\pm 4,2$ mmHg frente a $-17,9\pm 4,7$ mmHg; presión arterial diastólica, $-13,8\pm 4,9$ mmHg frente a $-7,7\pm 5$ mmHg, $p<0,05$). Del mismo modo, el flujo sanguíneo en el antebrazo y la resistencia vascular del antebrazo cambió significativamente en ambas sesiones con un aumento y disminución, respectivamente, siendo más evidente en S3 que en S1 ($p<0,05$). Los ejercicios de fuerza con mayor volumen fueron más eficaces en la causa de la hipotensión después del ejercicio, estando ésta acompañada por un aumento en el flujo sanguíneo del antebrazo y una reducción de la resistencia vascular del antebrazo. De este modo, se puede concluir que el ejercicio de resistencia con mayor volumen es capaz de promover la hipotensión post-ejercicio y aumentar la vasodilatación periférica en los ancianos hipertensos.

Por qué el entrenamiento interválico de esprines es inapropiado para una población largamente sedentaria

Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population ([pdf original](#))

Hardcastle SJ, Ray H, Beale L, Hagger MS
Front Psychol 5: 1505, 2014

Existe la necesidad de encontrar intervenciones de actividad física que frenen el crecimiento de la inactividad y prevengan las enfermedades crónicas. En este sentido, la investigación se ha centrado en encontrar la dosis de ejercicio mínima necesaria para obtener adaptaciones fisiológicas de los sistemas cardiovascular y metabólico. Esta idea está unida al hecho de que la falta de tiempo es la principal barrera para la adherencia al ejercicio. El entrenamiento interválico de esprines (SIT) surge como un método para obtener mejoras en la salud y la condición física iguales o superiores a los obtenidos con el entrenamiento aeróbico continuo, pero con menor volumen de ejercicio. Dicho método consiste en repetir series de esprines máximos intercalados con períodos (4-5 min aprox.) de recuperación pasiva o activa. Sin embargo, el SIT es difícilmente aconsejable para la mayoría de la población sedentaria. Desde la psicología del ejercicio, la participación de la población largamente inactiva en SIT se considera una tarea ardua que puede provocar la percepción de incompetencia, baja autoestima, desmotivación y abandono del ejercicio. Por otro lado, el ejercicio tradicional también produce beneficios y es mejor tolerado por este tipo de población. El SIT es también poco apropiado porque requiere de una estructura y organización del ejercicio que requiere de un alto grado de autorregulación para ser efectivo. La mayoría de los protocolos de SIT se han llevado a cabo en laboratorios con las condiciones y herramientas óptimas, y bajo la supervisión de fisiólogos del ejercicio. Por último, la eficiencia temporal del SIT es cuestionable, pues 4 esprines seguidos de 4-5 min de recuperación requiere unos 20 minutos aproximadamente, sin contar calentamiento y vuelta a la calma. Por tanto, en realidad requiere de aproximadamente 30 minutos, tiempo suficiente para obtener beneficios realizando ejercicio de menor intensidad, con una mayor grado de aceptación entre la población sedentaria.

Rehabilitación cardiaca después de infarto agudo de miocardio asociado a parada cardiaca

Cardiac rehabilitation after acute myocardial infarction resuscitated from cardiac arrest (pdf original)

Kim C, Jung H, Choi HE, Kang SH
Ann Rehabil Med 38(6): 799-804, 2014

En adultos, la causa más común de parada cardiaca son las enfermedades coronarias, que se asocian con mucha frecuencia a fibrilación ventricular. Aunque la tasa de supervivencia después de una parada cardiaca provocada por un infarto agudo miocárdico es cada vez más elevada, el descenso de las funciones motoras y psicológicas puede deteriorar la calidad de vida del paciente. No hay apenas estudios que hayan investigado la estabilidad y efectividad de la rehabilitación cardiaca en pacientes con infarto agudo de miocardio severo (MI) con comorbilidades severas asociadas, como una parada cardiaca. El objetivo de esta investigación fue examinar la seguridad y efectividad de la rehabilitación cardiaca en pacientes resucitados de una parada cardiaca debida a un infarto agudo de miocardio. Participaron 23 pacientes, 8 de ellos con historia de parada cardiaca y 15 sin parada cardiaca asociada. Todos realizaron un test de esfuerzo inicial (GXT) y una fase de rehabilitación cardiaca de 6 semanas. Al finalizar se repitió el GXT. Los resultados mostraron en los dos grupos un aumento significativo del VO_2 pico y del VO_2 miocárdico máximo (MVO_2), con un descenso del MVO_2 submáximo y frecuencia cardiaca de reposo. Se observó una tendencia no significativa al aumento de la frecuencia cardiaca máxima en ambos grupos. No se observaron cambios significativos diferenciales entre ambos grupos de pacientes. No se observaron complicaciones importantes y todos los pacientes completaron el programa de rehabilitación cardiaca. Los resultados mostraron que la capacidad de ejercicio puede ser mejorada con programas de rehabilitación cardiaca incluso en pacientes de alto riesgo. Particularmente, el aumento del VO_2 pico, que está relacionado inversamente con cualquier causa de muerte, puede ser de gran beneficio pronóstico para estos pacientes. Aunque no se alcanzaron diferencias significativas, el aumento del VO_2 pico fue mayor en el grupo de parada cardiaca (+35,4%) que en el otro grupo de pacientes (+12,1%). Este hecho parece debido a los menores valores iniciales de VO_2 pico del grupo de parada cardiaca. El aumento del consumo de miocárdico máximo observado indicó un aumento de la máxima intensidad de ejercicio tolerada por el paciente. Futuros estudios llevados a cabo con series más amplias de pacientes que hayan padecido parada cardiaca determinarán la seguridad, eficacia y quizás factores diferenciales en las adaptaciones obtenidas con los programas de rehabilitación cardiaca.

Factibilidad del entrenamiento de fuerza en pacientes McArdle adultos: resultados clínicos y beneficios de masa y fuerza muscular

Feasibility of resistance training in adult McArdle patients: clinical outcomes and muscle strength and mass benefits ([pdf original](#))

Santalla A, Munguía-Izquierdo D, Brea-Alejo L y col
Front Aging Neurosci 6:334, 2014

La enfermedad de McArdle es un desorden innato que afecta al metabolismo muscular de los carbohidratos y que se caracteriza por un fallo en la ruptura del glucógeno muscular. Ésta enfermedad supone un desafío para la factibilidad del entrenamiento de fuerza, puesto que estas personas presentan intolerancia al ejercicio y rhabdomiolisis, reflejada por la liberación de proteínas intramusculares al torrente sanguíneo, como es la creatina quinasa y la mioglobina. Se analizaron los efectos de 4 meses de entrenamiento de fuerza seguidos de 2 meses de desentrenamiento en 7 pacientes McArdle adultos (5 mujeres) en: la masa muscular (DXA), fuerza, actividad de la creatina quinasa en suero (CK) y grado de severidad clínica. El programa de entrenamiento aumentó significativamente la masa magra total y de las extremidades inferiores (+855g, 95% intervalo de confianza (CI): 30-1679, + 457 g; 95% CI: 116-978) respectivamente. La masa magra disminuyó significativamente tras el periodo de desentrenamiento. La masa grasa corporal no cambió durante todo el estudio. El rendimiento en el ejercicio de prensa de pecho y de media sentadilla, expresado como el valor más alto de la potencia muscular media (W), o fuerza (N) en la fase concéntrica de la repetición para ambos test mostró un incremento consistente tras los 4 meses de entrenamiento, y descendió con el desentrenamiento. Aun así, los valores de fuerza y potencia muscular se mantuvieron más elevados que al inicio del entrenamiento, indicando el mantenimiento de los efectos del entrenamiento. Todos los participantes mostraron una ganancia clara en fuerza muscular tras los 4 meses de entrenamiento, ej. Prensa de pecho: +52W (95% CI: 13-91), media sentadilla: +173 W (95% CI: 96-251). No se observó un efecto significativo en los valores basales o post medición de fuerza aguda de la actividad sérica de CK, que se mantuvieron dentro del rango reportado en el laboratorio para pacientes McArdle. Todos los pacientes cambiaron el grado de severidad clínica tras el entrenamiento, y ninguno de ellos terminó en el grado más alto de severidad (3). Esto indica que no tienen una debilidad muscular fija tras el entrenamiento. Las mejoras clínicas se mantuvieron salvo en uno de los pacientes tras el desentrenamiento, por lo que tras este periodo todos los pacientes se clasificaron en grado 1 de severidad clínica. Que el programa de entrenamiento de fuerza fuera posible, efectivo y libre de efectos secundarios adversos y bien tolerados por los pacientes es de especial importancia si se considera que alrededor del 60% de ellos estaban en el grado clínicamente más severo, implicando limitaciones en las actividades de la vida diaria como es el cuidado de la casa. Este es el primer estudio hasta la fecha que demuestra efectos terapéuticos beneficiosos para estos pacientes, por encima de las suplementaciones con creatina, aminoácidos o vitamina B6. Si se sigue un entrenamiento adecuado (guiado por profesionales cualificados, supervisado y con una progresión adecuada del volumen y la intensidad), se puede mejorar la masa muscular, la fuerza y el grado de severidad clínica de pacientes McArdle con entrenamiento de fuerza.

Eficacia de los ejercicios de fortalecimiento de la musculatura de la cadera en comparación con ejercicios de fortalecimiento de piernas sobre el dolor de rodilla, la función y la calidad de vida en pacientes con osteoartritis de rodilla

Efficacy of hip strengthening exercises compared with leg strengthening exercises on knee pain, function and quality of life in patients with knee osteoarthritis

Lun V, Marsh A, Bray R, Lindsay D, Wiley P
Clin J Sport Med 25(6): 509-17, 2015

La osteoartritis de rodilla (KOA) es la forma más común de osteoartritis y, aunque existe evidencia consistente que apoya los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre el dolor, la función y la calidad de vida en pacientes con KOA, aún no se ha establecido cuál es el programa de ejercicio físico más efectivo. La terapia a través del ejercicio normalmente se orienta hacia el trabajo de fuerza y flexibilidad de los músculos más cercanos a la rodilla. Sin embargo, no existen estudios que comparen los efectos de un programa de ejercicio de fortalecimiento sólo de la musculatura de la cadera con un programa de fortalecimiento exclusivo de las piernas. Así pues, el objetivo de este estudio fue comparar la eficacia de dos programas de ejercicio de fortalecimiento de la cadera y de las piernas sobre el dolor de rodilla, la función y la calidad de vida (QOL) en pacientes con osteoartritis de rodilla. Se realizó un ensayo clínico controlado aleatorizado a simple ciego. Se reclutaron 72 hombres y mujeres del centro de Medicina deportiva de la Universidad de Calgaria. Se distribuyeron 37 y 35 pacientes con KOA de forma aleatoria a un grupo que realizó ejercicios de fortalecimiento de cadera o a un grupo que realizó ejercicios de fortalecimiento de piernas, respectivamente. Ambos programas tuvieron una duración de 12 semanas y una frecuencia de 3 a 5 días/semana, y consistieron en ejercicios de fuerza y flexibilidad. Las 3 primeras semanas de ejercicio estuvieron supervisadas y el resto lo realizaron en casa. Las principales medidas fueron: el cuestionario de "Knee injury and osteoarthritis score" (KOOS), el cuestionario de "Western Ontario McMaster Arthritis Index" (WOMAC), el test de 6 minutos marcha, el rango de movimiento de la cadera y de la rodilla y la fuerza muscular de la cadera y de la rodilla. Se observaron mejoras significativas estadísticas y clínicas en las puntuaciones de los cuestionarios KOOS y WOMAC en ambos grupos, aunque no hubo diferencias significativas entre los dos grupos. Se observaron mejoras similares para ambos grupos tanto en los cuestionarios KOOS y WOMAC como en la calidad de vida. No hubo cambios significativos en el ROM de la rodilla y de la cadera, así como en la fuerza muscular de la cadera y de la rodilla, en ninguno de los grupos. En conclusión, los programas de ejercicio que trabajan por separado la fuerza de la cadera y de las piernas parecen tener mejoras similares en el dolor de rodilla, la función y la calidad de vida en pacientes con KOA. Los resultados de este estudio muestran que, tanto los ejercicios de fortalecimiento de cadera como los ejercicios de fortalecimiento de las piernas mejoran el dolor y la calidad de vida en pacientes con KOA y que deberían ser incorporados a la prescripción de ejercicio en pacientes con KOA.

Síndrome metabólico: un problema común entre los trabajadores de oficina

Metabolic syndrome: a common problem among office workers ([pdf original](#))

Alavi SS, Makarem J, Mehrdad R, Abbasi M
Int J Occup Environ Med 6(1): 34-40, 2015

El síndrome metabólico (MSx) es un grave problema de salud pública que engloba un grupo de desórdenes. Aunque no existe un consenso sobre la definición del MSx, varias variables incluyendo el sobrepeso, la obesidad, glucosa alta en sangre en ayunas (FBS), obesidad abdominal, nivel bajo de colesterol HDL, hipertrigliceridemia e hipertensión, constituyen los principales factores de riesgo para el MSx. La prevalencia de MSx basado en los criterios del Panel III de Tratamiento de Adultos (ATP III), varía entre el 7% y el 58% según el lugar donde se mide. En Irán, entre 30% a 45% de los adultos sufren de MSx. Sin embargo, la prevalencia categorizada según grupos ocupacionales se desconoce. El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia del MSx y sus variables relacionadas entre trabajadores de oficina en Irán. Este estudio transversal evaluó 1488 trabajadores de oficina de la provincia de Qom, en Irán central, utilizando un muestreo por conglomerados polietápico. El diagnóstico de MSx se basó en el colesterol HDL en sangre, triglicéridos, glucemia en ayunas (FBS), circunferencia de la cintura y presión arterial. La prevalencia global de MSx fue de 35,9% (IC del 95%: 33.5% a 38.3%), superior en los hombres (37.2%) que en mujeres (20.6%), y aumentando con la edad. Los resultados de laboratorio más comunes fueron hipertrigliceridemia (45.9%) y bajo nivel de colesterol HDL (45.5%). Los trabajadores de oficina con MSx tenían un índice de masa corporal significativamente superior que aquellos sin MSX ($p < 0.001$). La falta de actividad física en el tiempo de ocio ($p = 0.003$), y el bajo consumo de frutas ($p = 0.02$) se asociaron con el MSX. En conclusión, la prevalencia de MSx es muy alta entre los trabajadores de oficina en Irán, si se compara con muchos otros sitios del mundo. Las diferencias observadas pueden ser debidas a la variación en los criterios diagnósticos para la medición de los diferentes componentes del MSx en el mundo. Otros factores como el bagaje genético, la dieta y nutrición, niveles de actividad física y la distribución de la población en sexo y edad pueden también afectar a la prevalencia de los componentes del MSx. Programas de mejora de la salud en el puesto de trabajo a través de la identificación y prevención del síndrome metabólico son necesarios para la mejora de la salud del personal.



¿Existe evidencia de que caminar en grupos tiene beneficios para la salud? Revisión sistemática y meta-análisis

Is there evidence that walking groups have health benefits? A systematic review and meta-analysis ([pdf original](#))

Hanson S, Jones A

Br J Sports Med 49(11): 710-5, 2015

Caminar a un ritmo de 5-8 km/h supone un gasto energético suficiente para ser considerado una actividad de intensidad moderada y es una manera sencilla y accesible de cumplir con las recomendaciones de actividad física. Revisiones sistemáticas previas han mostrado que caminar tiene varios efectos beneficiosos para la salud como la mejora del estado físico, pérdida de peso, control de la presión sanguínea, mejora de la depresión y prevención de enfermedad cardiovascular. El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar si caminar al aire libre en grupos organizados tiene mayores efectos sobre la salud como intervención y por tanto podría ser recomendado por los médicos. Para ello se revisaron un total de 42 artículos originales que cumplieron los criterios de inclusión de un total de 5205 estudios. Se analizaron los datos referentes a 17 variables comunes en estos artículos directamente relacionadas con la salud cardiovascular. Los hallazgos de esta revisión sistemática evidencian que caminar al aire libre en grupos organizados tiene un amplio rango de beneficios para la salud sobre más allá de hacer a la gente físicamente más activa: mejoras en la presión arterial, la frecuencia cardiaca de reposo, el IMC, el VO_{2max} , la depresión, el nivel de colesterol y la calidad de vida por la función física. Además de con bajos niveles de deserción, altos niveles de adherencia, y prácticamente sin efectos adversos. Es por ello que esta revisión sistemática propone que las caminatas en grupo podrían ser una intervención factible, aceptable para los pacientes como una línea de tratamiento con potencial de mejora en la salud tanto a nivel fisiológico como psicológico. Sin embargo, los datos analizados por este meta-análisis no son concluyentes en cuanto a la efectividad de las caminatas en grupo, atendiendo a la intensidad o el tiempo de ejercicio. Además, la mayoría de los participantes de los estudios revisados eran personas con condicionantes de salud diagnosticados o con riesgo de enfermedad cardiovascular. Por tanto, el beneficio potencial de caminar en grupos para mantener el estado de salud en población sana es desconocido.

La vibración mejora la capacidad funcional y calidad de vida de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica severa (EPOC): un estudio piloto

Whole-body vibration improves functional capacity and quality of life in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a pilot study ([pdf original](#))

Braz Júnior DS, Dornelas de Andrade A, Teixeira AS, Cavalcanti CA, Morais AB, Marinho PE
Int J Chron Obstruct Pulmon Dis 10: 125-132, 2015

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) afecta a los pulmones, pero también se acompaña de distintas manifestaciones sistémicas, incluyendo disnea, intolerancia al ejercicio, disfunción muscular periférica, cambios nutricionales y exacerbaciones recurrentes que llevan con frecuencia a la hospitalización y al descenso de la calidad de vida. Los programas de rehabilitación están indicados en estos enfermos y tienen como objetivo la mejora de la capacidad funcional y reducir la disnea. Sin embargo, los pacientes con intolerancia al ejercicio no pueden beneficiarse de estos programas incrementando con ello la demanda de los servicios de salud. Una alternativa terapéutica son las plataformas vibratorias (WBV), que aunque han mostrado su eficacia en edad avanzada, pacientes neuromusculares o mujeres postmenopáusicas, sobre la mejora de la fuerza, equilibrio o densidad ósea, su aplicación en pacientes con EPOC no está clara. El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos del entrenamiento sobre plataforma vibratoria sobre la capacidad funcional y calidad de vida de pacientes por EPOC. Once pacientes ($FEV_1\%$ predicho = $14,63 \pm 11,14$, $CVF\%$ predicho = $48,84 \pm 15,21$; $FEV_1/CVF = 47,39 \pm 11,63$) participaron en un programa de 12 semanas. Los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en un grupo de intervención (IG) que realizaba 3 sesiones/semana durante 12 semanas, o un grupo control (CG) sin intervención. Se evaluaron: test de 6 min caminando (6MWT), distancia recorrida (DW), duración caminando (TW), índice de percepción de esfuerzo (IPE) y calidad de vida por medio del cuestionario St George's (SGRQ). Los resultados mostraron que DW aumentó al final del entrenamiento en el grupo IG, con una diferencia entre grupos de 75 m. Todos los apartados del test de calidad de vida mejoraron al final del periodo de estudio. Los resultados coinciden con investigaciones similares anteriores, en las que también se observaron mejoras de la capacidad funcional y calidad de vida de pacientes similares. En conclusión, los resultados sugieren que WBV parece seguro y eficaz en la mejora de la capacidad funcional en la valoración 6MWT en EPOC, así como en la calidad de vida de los pacientes. Son necesarios nuevos estudios con mayor número de pacientes para poder establecer efectos a largo plazo en la mejora de la capacidad funcional de los pacientes.

Efectos del entrenamiento de natación sobre el tejido óseo en adolescentes

The effects of swimming training on bone tissue in adolescence

Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A y col
Scand J Med Sci Sports 25(6): e589-602, 2014

La baja densidad mineral ósea (DMO) en la adolescencia se ha relacionado con hasta el 60% de los casos de osteoporosis diagnosticados en la edad adulta. El estilo de vida, el ejercicio y la nutrición son factores que influyen en la salud ósea. Sin embargo, no todos los deportes tienen el mismo efecto sobre la osteogénesis. Existe un gran interés por conocer el efecto de ciertos deportes como la natación sobre el desarrollo óseo, especialmente en la adolescencia y con el propósito de asegurar un correcto desarrollo del tejido óseo. El objetivo de este estudio fue analizar el contenido mineral óseo (BMC) y la densidad mineral ósea (DMO) en adolescentes que practican regularmente la natación y otros deportes en los que se soporta el peso corporal y comparar la interacción entre los mismos. La masa ósea se evaluó mediante densitometría ósea (DXA) y ultrasonido cuantitativo (QUS) en 77 nadadores (34 mujeres / 43 varones) y 52 sujetos controles (CG; 23 mujeres / 29 varones) desde los 11 a los 18 años de edad. A su vez el grupo de los nadadores se subdividió en otros dos grupos, uno que habían realizado o realizan otros deportes (OSP; 11 mujeres / 20 varones) y otro en los que solo practicaban natación (PSW; 23 mujeres / 23 hombres). Ambos grupos fueron comparados con el grupo control. Los datos obtenidos se compararon corrigiendo la altura, la ingesta de calcio, la masa magra y el estadio puberal. Los resultados obtenidos mostraron que los nadadores varones (PSW) mostraron un menor DMO y BMC en varios huesos que los sujetos varones controles (CG). Sin embargo, para los sujetos varones del grupo OSP, sólo el BMC de la columna lumbar fue inferior a la masculina en CG. Los nadadores varones PSW mostraron también una menor DMO y BMC en comparación con los sujetos varones del grupo OSP. El grupo de nadadoras femeninas PSW mostró una mayor DMO en brazos y una menor BMC en piernas en comparación con el grupo femenino control CG, mientras que el grupo femenino OSP sólo presentó un BMC inferior en las piernas en comparación con el grupo control femenino CG. Contrariamente a los varones, el grupo de nadadoras femenino (PSW) presentó mayores valores de DMO y BMC que el grupo femenino OSP. No se encontraron diferencias en los valores registrados por el ultrasonido cuantitativo (QUS) entre nadadores y el grupo control. En conclusión se necesitan más estudios para corroborar los datos hallados los grupos femeninos, sin embargo, en varones parece ser que la natación se asocia con una menor BMC y DMO.

La estimulación de baja frecuencia regula la expresión génica metabólica en músculos paralizados

Low frequency stimulation regulates metabolic gene expression in paralyzed muscle

Petrie M, Suneja M, Shields RK
J Appl Physiol 118(6): 723-31, 2015

El estado metabólico alterado tras un daño medular compromete la regulación sistémica de la glucosa. El tejido muscular se atrofia y se transforma en tejido glucolítico y resistente a la insulina. Esta transformación de las fibras musculares esqueléticas, de lentas y oxidativas a rápidas y glucolíticas, da lugar a un tejido que es metabólicamente menos flexible, es decir menos sensible a la insulina, lo que puede contribuir a la aparición de complicaciones secundarias como diabetes y osteoporosis. La estimulación eléctrica neuromuscular es un método que estimula fisiológicamente el tejido muscular esquelético. Se ha sugerido que la fuerza muscular de alta intensidad es un requisito para modular PGC-1 α , el mayor factor de transcripción en la regulación del metabolismo muscular a través de la biogénesis mitocondrial. El objetivo de este estudio fue comparar los efectos agudos de dos frecuencias de estimulación (20Hz y 5 Hz) sobre la fatiga muscular y la expresión génica metabólica en personas con parálisis muscular crónica. 12 sujetos con daño medular completo crónico (>1 año) (ASIA A) participaron en el estudio. Medimos la fuerza de contracción antes y después de una sesión de estimulación eléctrica (5Hz o 20 Hz). Controlamos el número total de pulsos desarrollados en cada protocolo (10000 pulsos). 3 horas tras la estimulación eléctrica, recogimos una biopsia muscular del vasto lateral y examinamos los genes involucrados en la transcripción metabólica, glucolisis, fosforilación oxidativa y remodelación mitocondrial. Observamos que la sesión de electroestimulación a 5 Hz indujo una cantidad similar de fatiga y un aumento 5-6 veces mayor ($p < 0,05$) en los factores de transcripción metabólica incluyendo PGC-1 α , NR4A3, y ABRA, que con la sesión a 20 Hz. Este hallazgo es importante, ya que el protocolo de 20 Hz provoca casi 3 veces más fuerza que el protocolo de 5 Hz y sugiere que un protocolo con menos fuerza puede ser efectivo en la regulación del metabolismo muscular esquelético en personas con el sistema músculoesquelético debilitado. Ninguna sesión mostró un regulación fuerte de los genes para la glucolisis, fosforilación oxidativa y remodelación mitocondrial. En conclusión, una sesión de electroestimulación de baja frecuencia y baja fuerza es efectiva para inducir fatiga y estimular los factores de transcripción metabólica en músculos humanos paralizados. Los hallazgos de este estudio son prometedores a la hora de encontrar una estrategia de intervención que puede ser un protocolo de entrenamiento muscular efectivo sin aumentar el riesgo de daño óseo en personas con daño medular crónico que tienen sus huesos debilitados por la osteoporosis.

Diferencias en la respuesta metabólica e inflamatoria entre ejercicio intermitente de alta intensidad de extremidades inferiores y superiores

Differences in metabolic and inflammatory responses in lower and upper body high-intensity intermittent exercise

Lira FS, Panissa VL, Julio UF, Franchini E
Eur J Appl Physiol 115(7): 1467-74, 2015

El conocimiento de los efectos que pueden provocar distintos tipos de ejercicios de tren superior e inferior puede ser útil para la comprensión de si la cantidad de masa muscular es importante en las respuestas de citocinas, dado que éstas se producen en el músculo esquelético. Hasta ahora, no había estudios que evaluaran las respuestas metabólicas e inflamatorias durante el ejercicio agudo en ambas condiciones (parte superior o inferior del cuerpo) en atletas entrenados para ambos segmentos del cuerpo. El propósito de este estudio fue comparar el efecto del ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIE) de extremidades superiores e inferiores en el perfil inmunometabólico. Nuestra hipótesis es que ambos protocolos HIIE resulten en un aumento en la disponibilidad de sustrato energético y de niveles de citocinas pero se encuentre una mayor respuesta en el protocolo de tren inferior debido a la mayor masa muscular implicada en este modo de ejercicio. Siete atletas de judo masculinos completaron dos sesiones experimentales separadas por al menos 48 h. Los atletas completaron cuatro intervalos del test de Wingate de miembros superiores e inferiores separados por períodos de recuperación de 3 min. Las muestras de sangre fueron recogidas en reposo e inmediatamente después del cuarto intervalo del test de Wingate de miembros inferiores y superiores. Se analizó el suero para IL-1ra (antagonista del receptor interleucina-1), interleucinas (IL-1) IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, TNF- α (factor alfa de necrosis tumoral), cortisol, glucosa y NEFA (ácido graso no éster). Se calculó el pico de potencia (potencia máxima alcanzada durante la prueba de 30 s) y la potencia media. Además, después de 1 y 2,5 minutos de cada intervalo de Wingate, se recogieron muestras de sangre en el lóbulo de la oreja para el análisis de lactato. Nuestros datos demostraron que el HIIE de miembros inferiores promovió una tasa metabólica mayor (valores pre vs. post-Wingate, para el lactato: $1,02 \pm 0,16$ vs. $14,44 \pm 1,08$ mmol/L; para la glucosa: $112,5 \pm 16,7$ vs. $147,9 \pm 23,5$ mg/dl) y dio lugar a mayor rendimiento mecánico (potencia media: 621 ± 46 vs 427 ± 40 W, potencia máxima: 794 ± 61 vs 602 ± 109 W) en comparación con el HIIE de miembros superiores (lactato: $0,85 \pm 0,18$ vs. $12,69 \pm 0,74$ mmol/L; para la glucosa: $115,3 \pm 20,4$ vs $123,7 \pm 28,6$ mg / dl, con una media de potencia: 480 ± 46 vs 341 ± 45 W; y pico de potencia: 672 ± 83 vs 501 ± 120 W), pero NEFA mostró una respuesta similar a ambas condiciones, con un aumento de los niveles de IL-10. En conclusión, nuestros resultados demostraron que a pesar del mayor rendimiento en el HIIE de miembros inferiores, la respuesta inflamatoria no difirió entre las modalidades de ejercicio. Se necesitan más estudios para comprender mejor la interacción entre la respuesta inflamatoria y el metabolismo energético. Además, estos resultados deben ser confirmados en otras poblaciones de deportistas.



Efecto del ejercicio agudo de músculos inspiratorios sobre el flujo sanguíneo de las extremidades en reposo y en ejercicio y los niveles de glucosa en diabetes tipo 2

Effect of acute inspiratory muscle exercise on blood flow of resting and exercising limbs and glucose levels in type 2 diabetes ([pdf original](#))

Corrêa APS, Antunes CF, Figueira FR, de Castro MA, Ribeiro JP, Schaan BD
PLoS One 10(3): e0121384, 2015

El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de la carga inspiratoria sobre el flujo sanguíneo de las extremidades tanto en reposo como en ejercicio en pacientes con neuropatía autonómica diabética. Diez pacientes diabéticos con neuropatía autonómica cardiovascular (DM), 10 pacientes con neuropatía autonómica cardiovascular (DM-CAN) y 10 controles sanos (C) fueron asignados aleatoriamente a una carga de los músculos inspiratorios del 60% o el 2% de la presión inspiratoria máxima (P_Imax) durante aproximadamente 5 minutos, midiéndose el flujo sanguíneo en las pantorrillas (CBF) en el descanso y el flujo sanguíneo en el antebrazo (FBF) durante el ejercicio. La hiperemia reactiva fue también evaluada. De los 20 pacientes diabéticos inicialmente asignados, 6 llevaron un sistema de monitorización continuo de glucosa para evaluar los niveles de glucosa durante las dos sesiones (2%, placebo o 60%, metaborreflejo de los músculos inspiratorios). La edad media fue de 58 ± 8 años, y la hemoglobina glicosilada media (HbA1c), 7.8% (62 mmol/mol) (DM and DM-CAN). Una P_Imax de 60% causó reducción del CBF en DM-CAN y DM (P<0.001), pero no en C, mientras que la resistencia vascular en las pantorrillas (CVR) aumentó en DM-CAN y DM (P<0.001), pero no en C. El incremento en FBF durante el ejercicio de antebrazos fue claro durante el 60% de la P_Imax en DM-CAN y DM, y acrecentado en C (P<0.001). Los niveles de glucosa disminuyeron un 40 ± 18.8% (P<0.001) al 60%, pero no al 2% de la P_Imax. Se observó una correlación negativa entre la hiperemia reactiva y los cambios en CVR (coeficiente Beta = .44, P = 0.034). La carga de los músculos inspiratorios causó una exacerbación de los metaborreflejos de los músculos inspiratorios en pacientes con diabetes, sin tener en cuenta la presencia de neuropatía, pero influyó en la disfunción endotelial. El ejercicio de alta intensidad que recluta al diafragma puede reducir bruscamente los niveles de glucosa.

Asociaciones de patrones dietéticos con el riesgo de mortalidad por todas las causas, por ECV o por infarto: metaanálisis de estudios de cohorte prospectivos

Associations of dietary patterns with the risk of all-cause, CVD and stroke mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies ([pdf original](#))

Li F, Hou LN, Chen W, Chen PL, Lei CY, Wei Q, Tan WL, Zheng SB
Br J Nutr (epub ahead of print), 2014

La proporción de personas mayores, al igual que la incidencia de enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares (ECV), está incrementando globalmente. Las ECV son un problema de salud principal, y representan una causa mayor de mortalidad, afectando a millones de personas tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo. Además, se estima que las muertes por ECV y cáncer supondrán más de un 50% de la mortalidad total en 2030. Por otro lado, los hábitos dietéticos juegan un papel importante como determinantes del estado de salud. En las décadas recientes, el análisis de los patrones dietarios han surgido como una alternativa para examinar los efectos de la dieta sobre la mortalidad por todas las causas, ECV y por infarto en vez de la medición de uno o varios nutrientes. Sin embargo, existe una controversia considerable con respecto a las asociaciones de patrones dietéticos con el riesgo de mortalidad por todas las causas, por ECV o por infarto. En consecuencia, se llevó a cabo un metaanálisis para dilucidar las asociaciones potenciales entre los patrones dietéticos y el riesgo de mortalidad por todas las causas, por ECV o por infarto. Se realizó una búsqueda en la base de datos PubMed sobre estudios de cohorte prospectivos sobre asociaciones entre patrones dietarios y el riesgo de mortalidad por todas las causas, por ECV o por infarto hasta febrero de 2014. Se utilizaron modelos de efectos aleatorios para calcular las estimaciones de riesgo relativo (SRRE) basadas en las puntuaciones de patrones dietarios más altas contra las más bajas. Se llevaron a cabo análisis estratificados basados en el sexo, la región geográfica, la duración del seguimiento, y el ajuste/no ajuste por la ingesta de energía. Un total de treinta y nueve estudios de cohorte prospectivos que involucraban 338,787 participantes se incluyeron en el metaanálisis. Existió evidencia de asociaciones inversas entre un patrón dietético sano y el riesgo de mortalidad por todas las causas (SRRE= 0.76, 95% CI 0.68, 0.86) y ECV (SRRE= 0.81, 95% CI 0.75, 0.87) mientras que no se observó asociación entre este patrón dietario y la mortalidad por infarto (SRRE= 0.89, 95% CI 0.77, 1.02). Sin embargo, se observaron asociaciones no significativas entre un patrón dietario no saludable/Occidental y el riesgo de mortalidad por cualquier causa (SRRE= 1.07, 95% CI 0.96, 1.20), ECV (SRRE= 0.99, 95% CI 0.91, 1.08) e infarto (SRRE= 0.94, 95% CI 0.81, 1.10). En conclusión, los resultados del presente estudio proveen evidencia de que una adherencia mayor a un patrón de dieta saludable está asociada con un menor riesgo de mortalidad por cualquier causa y por ECV, y no está asociada con una mayor mortalidad por infartos, y que un patrón dietario Occidental/no sano no está asociado con la mortalidad por todas las causas, por ECV o por infarto. Se necesitan más estudios para confirmar estos resultados.

Disminución de la capacidad oxidativa del músculo esquelético y adaptaciones al entrenamiento deterioradas en la insuficiencia cardíaca

Reduced skeletal muscle oxidative capacity and impaired training adaptations in heart failure ([pdf original](#))

Southern WM, Ryan TE, Kepple K, Murrow JR, Nilsson KR, McCully KK
Physiol Rep 3(4): e12353, 2015

La insuficiencia cardíaca sistólica (HF) se asocia con intolerancia al ejercicio que se ha atribuido, en parte, a la disfunción del músculo esquelético. El ejercicio físico ha sido recomendado para individuos con HF como un medio seguro y eficaz para mejorar los resultados clínicos, funcionales y fisiológicos, por lo tanto, es importante entender cómo las mitocondrias del músculo en individuos con HF responden al entrenamiento. El propósito de este estudio fue comparar la capacidad oxidativa del músculo esquelético y los cambios inducidos por el entrenamiento en la capacidad oxidativa en los participantes con y sin HF. Participantes con HF (n=16, 65±6,6 años) fueron comparados con participantes controles sin HF (n=23, 61±5,0 años). Un subgrupo de participantes (HF: n=7, controles: n=5) realizaron 4 semanas de entrenamiento del flexor de la muñeca. La capacidad oxidativa del músculo esquelético se determinó a partir de la cinética de recuperación del consumo de oxígeno del músculo medido por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) tras una breve sesión de ejercicio del flexor de la muñeca. La capacidad oxidativa, antes de los ejercicios de entrenamiento, fue significativamente menor en los participantes con HF tanto en los brazos dominantes (1,31±0,30 min⁻¹) vs. 1,59±0,25 min⁻¹, P=0,002; HF y grupo control, respectivamente) como en los no dominantes (1,29±0,24 min⁻¹) vs. 1,46±0,23 min⁻¹, P=0,04; HF y grupo control, respectivamente). Después de 4 semanas de entrenamiento de resistencia, hubo una diferencia significativa en la respuesta al entrenamiento entre HF y los controles, siendo la diferencia en las adaptaciones oxidativas al entrenamiento de 0,69±0,12 min⁻¹ (P<0,001; CI 95% 0,43; 0,96). El entrenamiento de los flexores de muñeca indujo una mejora ~50% en la capacidad oxidativa en los participantes sin HF (diferencia media respecto al valor inicial = 0,66±0,09 min⁻¹, P<0,001 IC 95% 0,33; 0,98), mientras que los participantes con HF no mostraron ninguna mejora en la capacidad oxidativa (diferencia media respecto al valor basal = -0,04±0,08 min⁻¹, P=0,66; IC del 95% -0,24; 0,31), lo que sugiere alteraciones en la biogénesis mitocondrial. Este estudio encontró una reducción de la capacidad oxidativa del músculo esquelético en un músculo no locomotor en los participantes con HF. Este hallazgo indica que la falta de condición física puede no ser el único responsable de las reducciones en el metabolismo muscular oxidativo en la HF. Este estudio también encontró evidencias que sugieren que la HF, en combinación con la amplia gama de tratamientos farmacológicos prescritos para tratar tanto HF y comorbilidades frecuentes asociados con HF, pueden interferir con las adaptaciones oxidativas del músculo esquelético para el entrenamiento de resistencia. Nuestros resultados proporcionan pruebas claras apoyando el metabolismo oxidativo disfuncional en los participantes con HF. En conclusión, los participantes con HF redujeron la capacidad oxidativa y sufrieron adaptaciones oxidativas deficientes al ejercicio de resistencia en comparación con los controles.

La actividad física y la mortalidad por cualquier causa a través de niveles de adiposidad general y abdominal en hombres y mujeres de Europa: Investigación Prospectiva Europea sobre Cáncer y Nutrición (EPIC)

Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC) ([pdf original](#))

Ekelund U, Ward HA, Norat T y col
Am J Clin Nutr 101(3): 613-21, 2015

El mayor riesgo de muerte por exceso de adiposidad puede ser atenuado por la actividad física (AF). Sin embargo, el número teórico de muertes reducido mediante la eliminación de la inactividad física en comparación con la obesidad general y abdominal sigue siendo poco claro. En este estudio se examina si en general la adiposidad abdominal modifica la asociación entre AF y mortalidad por cualquier causa. Para ello calculó la fracción atribuible poblacional (FAP) y los años de vida ganados para estas exposiciones. Se realizó un estudio de cohorte en 334.161 hombres y mujeres europeos. El tiempo medio de seguimiento fue de 12,4 años, correspondiente a 4.154.915 personas-año. La altura, peso y circunferencia de la cintura (CC) fueron unas de las variables. La AF fue evaluada con un instrumento de autoinforme validado. Las asociaciones combinadas entre AF, IMC y CC con la mortalidad fueron examinados, estratificados por centro y grupo de edad, y ajustados por sexo, la educación, el tabaquismo y el consumo de alcohol. La FAP específica asociada con la inactividad, el índice de masa corporal (IMC, en kg/m²) (>30), y CC se calcularon (≥ 102 cm para los hombres, ≥ 88 cm para las mujeres) según efectos aleatorio de meta-análisis. El análisis de ciclo de vida fue utilizado para estimar las ganancias de esperanza de vida a las exposiciones. Se encontraron interacciones significativas en AF vs IMC y AF vs CC. Los riesgos de mortalidad por cualquier causa se redujeron en un 16 a 30% en individuos moderadamente inactivos en comparación con los clasificados como inactivos en diferentes estratos de IMC y CC. Los sujetos que evitaban estar inactivos redujeron todas las causas de mortalidad en un 7,35% (IC del 95%: 5,88%, 8,83%). Las estimaciones correspondientes para evitar la obesidad (IMC >30) fueron 3,66% (IC del 95%: 2,30%, 5,01%). Las estimaciones para evitar un alto índice de CC fueron similares a los de la inactividad física. En conclusión, se observaron las mayores reducciones en el riesgo de mortalidad entre los 2 grupos de actividad más bajas a través de los niveles de adiposidad general y abdominal, lo que sugiere que los esfuerzos para alentar, a incluso pequeños aumentos en la actividad física en individuos inactivos, puede ser beneficioso para la salud pública.

Ejercicio físico asociado con la producción de NO: vías de señalización y significación en la salud y enfermedad

Physical exercise associated with NO production: signaling pathways and significance in health and disease ([pdf original](#))

Dyakova EY, Kapilevich LV, Shylko VG, Popov SV, Anfinogenova Y
Front Cell Dev Biol 3:19, 2015

El óxido nítrico (NO) se descubrió en un principio como un marcador de inflamación y como un regulador del tono vascular. Sin embargo, estudios posteriores demostraron que el espectro de funciones regulatorias de esta molécula es mucho más amplio. De hecho, la producción del NO cambia en respuesta a varios estímulos, tanto en situaciones de salud como de enfermedad. Una de estas situaciones es la producción de NO por el músculo frente al estímulo del ejercicio físico. Esta revisión se centra en los últimos datos y resalta los últimos avances en el estudio de la íntima relación entre el NO y el ejercicio físico. El manuscrito revisa los efectos mediados por el NO en los miocitos, la regulación hormonal y la microcirculación local. Los autores discuten las vías de señalización dependientes de NO y la importancia de la producción de NO inducida por el ejercicio en la salud y la enfermedad. El NO está detrás de los efectos terapéuticos de la actividad física, mientras que los moduladores farmacológicos de la señalización mediada por NO son agentes terapéuticos prometedores en diferentes enfermedades. La producción de NO aumenta en el músculo esquelético en respuesta a la actividad física. Esta molécula puede alterar el aporte de energía en el músculo esquelético a través de la modulación hormonal. Las mitocondrias son muy abundantes en el músculo esquelético y juegan un papel de pivote en el metabolismo. Considerando al NO como un regulador plausible de la biogénesis mitocondrial que afecta directamente a la respiración celular, se discuten los mecanismos inducidos por NO que producen biogénesis mitocondrial en las células musculares esqueléticas. También se revisan los datos disponibles sobre mioquinas, las moléculas que son expresadas y liberadas por las fibras musculares y ejercen un efecto autocrino, paracrino o endocrino. Este artículo sugiere la presencia de una interacción entre la señalización mediada por NO y las mioquinas en el músculo esquelético. Los datos demuestran un papel importante del NO en varias enfermedades y sugiere que el entrenamiento puede mejorar la salud en pacientes con diabetes, fallo cardíaco crónico, e incluso enfermedades musculares degenerativas. Se concluye que la señalización asociada al NO representa una diana prometedora para el tratamiento de varias enfermedades y para la consecución de un mejor rendimiento deportivo.



Ejercicio prolongado en la diabetes tipo I: desarrollo de un algoritmo personalizable para estimar el suplemento de carbohidratos para minimizar los desequilibrios glucémicos

Prolonged exercise in type 1 diabetes: performance of a customizable algorithm to estimate the carbohydrate supplements to minimize glycemic imbalances ([pdf original](#))

Francescato MP, Stel G, Stenner E, Geat M
PLoS One 10(4): e0125220, 2015

Los pacientes con diabetes tipo I tienen la recomendación de realizar actividad física regular de intensidad moderada porque reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular y mejora la sensibilidad a la insulina. Sin embargo, la actividad física en estos pacientes está obstaculizada por los desequilibrios glucémicos que pueden producirse. Recientemente se ha propuesto un algoritmo matemático (llamado Ecres) que estima bastante bien el suplemento de carbohidratos necesario para hacer ejercicio durante no más de 1 hora. No obstante, para ejercicio durante mayor tiempo aún requiere de validación. Para ello, 9 pacientes con diabetes tipo I realizaron actividad física, bajo condiciones libres, consistente en caminar durante 3 horas al 30% de su frecuencia cardiaca de reserva. La concentración de insulina, la oxidación de carbohidratos, el suplemento de carbohidratos (93% sacarosa) y la glucemia se midieron cada 30 minutos. Los datos fueron posteriormente comparados con los valores correspondientes estimados por el algoritmo. No existieron diferencias significativas entre los datos medidos y los estimados por el algoritmo Ecres ni en las concentraciones de insulina, ni en la oxidación de carbohidratos, ni en los requerimientos de suplementos de sacarosa, ni en los niveles de glucemia. Estos resultados confirmaron que Ecres proporciona una estimación satisfactoria de los carbohidratos requeridos para evitar los desequilibrios glucémicos durante la actividad física moderada, ofreciendo la oportunidad de un método interesante que podría liberar a los pacientes del miedo a la hipoglucemia inducida por el ejercicio.

Efectos del ejercicio aeróbico o anaeróbico en el control de la glucemia en jóvenes diabéticos tipo 1

Effect of aerobic and anaerobic exercises on glycemic control in type 1 diabetic youths ([pdf original](#))

Lukács A, Barkai L

World J Diabetes 6(3): 534-42, 2015

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto a largo plazo del ejercicio aeróbico y /o ejercicio anaeróbico sobre el control glucémico en jóvenes con diabetes tipo 1. Para ello se realizó una revisión bibliográfica de la literatura en el año 2014 y se usaron como bases de datos PubMed/MEDLINE, Google Scholar, Scopus y ScienceDirect con los siguientes términos: aeróbico, anaeróbico, alta intensidad, resistencia, ejercicio/entrenamiento, combinado con la glucemia/control metabólico, hemoglobina glicosilada A1c (HbA1c) y diabetes tipo 1. Sólo se incluyeron los artículos en inglés doblemente revisados que fueron publicados en los últimos 15 años, es decir, fueron seleccionados a partir de 1999 hasta 2014. El control glucémico fue medido con HbA1c. Los estudios con una intervención de al menos 12 semanas solo se incluyeron si se midió la HbA1c antes y después de la intervención. Se encontraron un total de nueve artículos, que fueron publicados entre los años 2002 a 2011. El tamaño de la muestra fue de 401 jóvenes diabéticos (166 varones y 235 mujeres) con un rango de edad de 10 a 19 años exceptuando un estudio, en el que el rango de edad fue de 13 a 30 años. Los participantes del estudio eran de Australia, Túnez, Lituania, Taiwán, Turquía, Brasilia, Bélgica, Egipto y Francia. Cuatro de los estudios se basaron sólo en ejercicio aeróbico, otros cuatro se basaron en programas combinados de ejercicio aeróbico y anaeróbico, y sólo un estudio comparó el ejercicio aeróbico con el ejercicio anaeróbico. Los estudios disponibles no tenían suficientes pruebas de que cualquier tipo de ejercicio o entrenamiento combinado (aeróbico/anaeróbico) mejoraría claramente el control de la glucemia en jóvenes diabéticos tipo 1. Solamente tres estudios (dos basados en ejercicio aeróbico y uno combinado) pudieron proporcionar un cambio positivo significativo en el control de la glucemia. La conclusión de esta revisión bibliográfica es que el ejercicio físico regular tiene otros beneficios fisiológicos valiosos de salud que justifican la inclusión de ejercicio en el ámbito pediátrico como tratamiento de la diabetes tipo 1.



Sedentarismo medido con acelerómetro y biomarcadores cardiometabólicos: una revisión sistemática

Accelerometer-measured sedentary time and cardiometabolic biomarkers: a systematic review ([pdf original](#))

Brocklebank LA, Falconer CL, Page AS, Perry R, Cooper AR
Prev Med 76: 92-102, 2015

Se trata de una revisión sistemática para investigar las asociaciones transversales y prospectivas del tiempo total de sedentarismo medido mediante acelerómetro y las interrupciones del tiempo sedentario mediante biomarcadores cardiometabólicos individuales en adultos ≥ 18 años de edad. Las bases de datos consultadas fueron OvidMedline, Embase, Web of Science y Cochrane, seleccionando los artículos que cumplieran los criterios de inclusión. Debido a las inconsistencias en la medición y análisis de tiempo sedentario, los datos se sintetizan y presentan de forma narrativa, a modo de meta-análisis. Veintinueve estudios fueron incluidos en la revisión; veintiocho informaban sobre el tiempo total de sedentarismo y seis sobre interrupción del tiempo sedentario. Hubo pruebas consistentes de datos transversales de una asociación desfavorable entre el tiempo total de sedentarismo y la sensibilidad a la insulina. También hubo alguna evidencia de asociaciones desfavorables en los valores de insulina en ayunas, resistencia a la insulina y a los triglicéridos. Además, hubo algunas pruebas a partir de datos de sección transversal de una asociación favorable entre interrupciones en el tiempo sedentario y los triglicéridos. Se concluye que el tiempo sedentario total se muestra constantemente asociado con una peor sensibilidad a la insulina, incluso después de la actividad física. Este hallazgo apoya la asociación propuesta entre el tiempo sedentario y el desarrollo de la diabetes tipo 2, y refuerza la necesidad de identificar intervenciones para reducir el tiempo dedicado a actividades sedentarias.



Un entrenamiento de 12 meses de intensidad moderada mejora la condición física y la calidad de vida en los adultos con asma: un ensayo controlado

A 12-month, moderate-intensity exercise training program improves fitness and quality of life in adults with asthma: a controlled trial ([pdf original](#))

Meyer A, Günther S, Volmer T, Taube K, Baumann HJ
BMC Pulm Med 15: 56, 2015

El asma conduce a la disnea y a tener capacidades limitadas de ejercicio. Estos pacientes pueden sentir ansiedad que conduce a un estilo de vida sedentario y, posteriormente, a la falta de condición física. El entrenamiento físico ha demostrado mejorar la capacidad de ejercicio en pacientes con asma. La mayoría de los estudios se centraron en niños y adultos jóvenes. Anteriormente, la duración máxima del programa fue de seis meses. No se sabe si se pueden obtener los mismos resultados con programas de menor intensidad y sostenidos por períodos de tiempo más largos de 6 meses. Este estudio controlado se realizó para investigar los efectos de un programa de entrenamiento de intensidad moderada de un año de duración para pacientes externos sobre la condición física y la calidad de vida en adultos con asma. 21 asmáticos adultos (edad media 56 ± 10 años) fueron asignados al entrenamiento de pacientes ambulatorios ($n = 13$) o a la atención estándar ($n = 8$). El ejercicio consistió en sesiones de 60 minutos de intensidad moderada durante un día por semana. Las evaluaciones al inicio del estudio y después de un año incluyeron una prueba de esfuerzo cardiopulmonar y los cuestionarios SF-36 y calidad de vida en asmáticos. Después de un año de ejercicio, se observaron mejoras relevantes en el grupo de entrenamiento para la capacidad máxima de trabajo ($p = 0,005$), consumo máximo de oxígeno ($p < 0,005$), pulso de O_2 ($p < 0,05$), ventilación máxima ($p < 0,005$), y la mayoría de apartados de la calidad de vida. No se observaron cambios en el grupo control. Un programa de ejercicio de intensidad moderada de un año de duración conducido por un fisioterapeuta, a largo plazo, puede inducir mejoras clínicamente relevantes en la capacidad de ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud en adultos bien motivados con asma. Estos resultados se lograron por un programa de relativamente baja intensidad, una característica única del estudio en comparación con estudios previos. Una de las limitaciones del estudio es que no se midió la actividad física fuera de las sesiones de entrenamiento; por lo que el tiempo total de ejercicio por semana es desconocido. Como consecuencia de ello, no se puede determinar si las sesiones de entrenamiento una vez por semana o los cambios de estilo de vida en general llevaron a las mejoras observadas. Por lo tanto, los estudios futuros deben medir los niveles de actividad física, tanto antes como después de la intervención.

Efecto del ejercicio intenso en la vida adulta temprana sobre la longitud de los telómeros a largo plazo en hombres

Effect of intensive exercise in early adult life on telomere length in later life in men ([pdf original](#))

Laine MK, Eriksson JG, Kujala UM y col
J Sports Sci Med 14(2): 239-245, 2015

La actividad física tiene una influencia positiva en la salud y el bienestar general, y se ha asociado con un aumento de la longevidad, mejor funcionamiento físico y la salud auto-percibida en la edad avanzada. Una carrera como deportista de élite masculino parece mejorar la salud metabólica a largo plazo y también se asocia con mayor esperanza de vida. La longitud de los telómeros es un biomarcador de envejecimiento celular biológico y por lo tanto podría predecir la morbilidad y la mortalidad. El objetivo principal de este estudio fue evaluar la asociación entre la actividad física vigorosa de los deportistas de élite durante la edad adulta joven en la longitud de los telómeros de leucocitos (LTL) a largo plazo. Los participantes del estudio consisten en ex deportistas de élite masculinos finlandeses (n=392) y sus controles de la misma edad (n=207). La longitud relativa de los telómeros se determinó a partir de leucocitos de sangre periférica por reacción cuantitativa en tiempo real de la cadena de la polimerasa. El volumen de actividad física en el tiempo libre (LTPA) se auto-reportó y fue expresado en horas equivalentes metabólicas. No se observó ninguna diferencia significativa en LTL ajustada por la media de edad a largo plazo ($p=0,845$) al comparar los ex deportistas de élite masculinos y sus controles de la misma edad. El volumen actual de LTPA no tuvo marcada influencia en LTL ajustada por edad media (p para la tendencia $0,788$). LTL se asoció inversamente con la edad ($p=0,004$). Nuestros hallazgos en este estudio sugieren que una antigua carrera como deportista de élite no está asociada con LTL a largo plazo. Tampoco el volumen actual de LTPA se asoció con LTL media de los participantes. Sin embargo, este estudio tiene algunas limitaciones. Con este diseño de estudio transversal no es posible estimar la tasa de desgaste de los telómeros, que se piensa que es mejor biomarcador de envejecimiento celular biológico que una sola medida de la longitud del telómero. Además, nuestros datos están restringidos sólo a los supervivientes y no estaba disponible la información sobre hábitos dietéticos a largo plazo de los participantes, la cual es un área de investigación futura.

La actividad física como factor protector del desarrollo de hígado graso no asociado al alcohol en hombres

Physical activity as a protective factor for development of non-alcoholic fatty liver in men
([pdf original](#))

Pinto CG, Marega M, Carvalho JA y col
Einstein (Sao Paulo) 13(1): 34-40, 2015

El objetivo fue determinar el impacto del nivel de actividad física sobre la prevalencia de hígado graso, el perfil metabólico y la enfermedad cardiovascular en hombres adultos. Este estudio evaluó a 1.399 hombres (40.7 ± 8.18 años) con un índice de masa corporal de 26.7 kg/m^2 (± 3.4) que participaron en el Protocolo de Revisión Preventiva de Salud del *Hospital Israelita Albert Einstein* desde Enero a Octubre de 2011. Llevamos a cabo análisis de glucosa sérica en sangre, colesterol total, LDL, HDL, triglicéridos, proteína C reactiva, aspartato transaminasa, alanina transaminasa y gamma-glutamil transpeptidasa. El análisis estadístico se centró en la comparación de la media y la desviación estándar. El análisis de la varianza se basó en la ANOVA de dos factores, la prueba T de Student, la prueba U de Mann Whitney, el test de Wald y χ^2 . Consideramos un nivel de significancia del $p < 0.05$ y la correlación univariada de Poisson con el 95% de intervalo de confianza. Hígado graso fue diagnosticado en 37.0% de la muestra. El nivel de triglicéridos de los hombres activos con hígado graso fue de $148.2 \pm 77.6 \text{ mg/dL}$ mientras que los hombres inactivos con hígado graso tuvieron $173.4 \pm 15.6 \text{ mg/dL}$. Los niveles de glucemia restantes fueron normales. Los individuos inactivos mostraron valores más altos que los activos. Además, los individuos inactivos tienen 10.68 veces más riesgo de desarrollar hígado graso comparado con los activos. En conclusión, la actividad física mejora parámetros metabólicos como los triglicéridos, el control del peso, el HDL, los cuales interfieren en el desarrollo de hígado graso. Los individuos físicamente activos tuvieron menor prevalencia de hígado graso sin tener en cuenta los valores de composición corporal ni el perfil lipídico, llevándonos a la conclusión de que la actividad física tiene un papel protector en contra del desarrollo de hígado graso.

Efectos del ejercicio interválico de alta intensidad en mujeres con artritis reumatoide: un estudio piloto

The effects of high intensity interval training in women with rheumatic disease: a pilot study

Sandstad J, Stensvold D, Hoff M, Nes BM, Arbo I, Bye A
Eur J Appl Physiol 115(10): 2081-9, 2015

La artritis reumatoide (AR) es la más común de las artritis inflamatorias, siendo 3 veces más frecuente en mujeres que en hombres. La AR se clasifica en crónica, sistémica y autoinmune. Los síntomas principales son la inflamación sinovial e inflamación de las articulaciones, producción de anticuerpos, deformación del cartílago y estructuras óseas, y padecimiento de enfermedades sistémicas que afectan a los sistemas cardiovascular, pulmonar y muscular. La AR está asociada a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, como la arteriosclerosis y el infarto de miocardio, principalmente debido a un estado crónico de inflamación sistémica y a la inactividad física. Los pacientes con AR tienen por tanto una menor esperanza de vida en comparación con la población general. El ejercicio regular es una importante estrategia en pacientes con AR, habiéndose demostrado que induce efectos anti-inflamatorios reduciendo con ello el riesgo de enfermedad cardiovascular. La recomendación actual de ejercicio es de 2-3 veces/semana a una intensidad del 60-80% FCmax, con una duración de 30-60 min. El aumento del VO₂max es muy importante en estos enfermos con el fin de reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular. Dado que el ejercicio de alta intensidad ha mostrado mayores efectos en el aumento del VO₂max, parece lógico que los pacientes con AR se ejerciten a elevada intensidad con el fin de obtener los máximos beneficios del ejercicio. El objetivo de esta investigación fue estudiar si 10 semanas de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT) al 85-95% FCmax podría mejorar los principales factores de riesgo cardiovasculares de la AR, y si esos pacientes tolerarían una intensidad de ejercicio superior a la recomendada en la actualidad. Siete mujeres con AR y 11 con ARjuvenil de 20-50 años participaron en este estudio. Las participantes realizaron HIT de 4x4 min al 85-95%FCmax, 2 veces/semana durante 10 semanas en bicicleta. Se evaluaron antes y después del entrenamiento el VO₂max, recuperación de FC, presión arterial, composición corporal y variables sanguíneas relacionadas con la inflamación crónica. Los resultados mostraron que el HIT incrementó un 12% el VO₂max y un 2,9% la recuperación de la frecuencia cardiaca. La grasa corporal y el perímetro de la cintura descendieron un 1,0 y 1,6% (p<0,05), mientras que la masa muscular aumentó un 0,6% (p<0,05). Se detectó una tendencia a disminuir la proteína C reactiva (PCR) (p=0,08). No hubo cambios en el dolor o actividad de la enfermedad. El principal hallazgo de este estudio fue que una elevada intensidad de ejercicio, superior a lo actualmente recomendado, fue bien tolerada por los pacientes con AR y ARjuvenil, y que ese ejercicio indujo mejoras significativas en los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular. Además, se observó una tendencia a disminuir los marcadores de inflamación crónica, al tiempo que no se detectó una mayor actividad de la enfermedad. Los pacientes mejoraron su VO₂max y recuperación de la frecuencia cardiaca (fitness cardiorrespiratorio). Otras variables asociadas al riesgo de enfermedad cardiovascular como la composición corporal (%grasa, circunferencia de cadera, etc.) también mejoraron significativamente con el HIT.



Efectos de 1 año de yoga en los factores de riesgo cardiovasculares en adultos de mediana edad y mayores con síndrome metabólico: un ensayo aleatorizado

Effects of 1-year yoga on cardiovascular risk factors in middle-aged and older adults with metabolic syndrome: a randomized trial ([pdf original](#))

Siu PM, Yu AP, Benzie IF, Woo J
Diabetol Metab Syndr 7: 40, 2015

El síndrome metabólico (MetS) es una agrupación de factores de riesgo cardiovascular, que se asocia con la diabetes mellitus y la enfermedad cardiovascular. Las intervenciones en el estilo de vida aplicadas a las personas con MetS tienen considerables efectos beneficiosos sobre los resultados de prevención de enfermedades. El yoga es un ejercicio de cuerpo-mente que comprende la meditación, la respiración y la postura corporal. El yoga ha demostrado que disminuye el estrés, reduce la depresión y la ansiedad, y aumenta la autoeficacia percibida en individuos sanos, además de que es beneficioso para la modificación de los factores de riesgo cardiovascular. Este estudio tuvo como objetivo examinar los efectos de 1 año de ejercicio de yoga en los factores de riesgo cardiovascular incluyendo la obesidad central, la hipertensión, la dislipidemia y la hiperglucemia en adultos chinos de mediana edad y mayores de Hong Kong con MetS. Los adultos con diagnóstico de MetS utilizando criterios del Programa Nacional de Educación del Colesterol ($n = 182$; media \pm desviación estándar de edad = $56 \pm 9,1$) fueron asignados al azar a un grupo de intervención de yoga o a un grupo control de 1 año. La presión arterial sistólica y diastólica, la circunferencia de la cintura, la glucosa plasmática en ayunas, los triglicéridos y las lipoproteínas de alta densidad (colesterol HDL) se examinaron al inicio del estudio, a mitad y al finalizar el estudio. El nivel de actividad física y la ingesta calórica se evaluaron e incluyeron en los análisis de covarianza. Se encontró una reducción del número de componentes de diagnóstico para el MetS asociándose con la intervención de yoga. La circunferencia de la cintura mejoró significativamente después de la intervención de yoga de 1 año. Se observó una tendencia hacia una disminución de la presión arterial sistólica después de la intervención de yoga. Estos resultados sugieren que el ejercicio de yoga mejora los factores de riesgo cardiovascular como la obesidad central y la presión arterial en adultos de mediana edad y mayores con MetS. Estos resultados apoyan el papel complementario beneficioso del yoga en la gestión del MetS. El ejercicio de yoga es económico y puede aplicarse fácil y rápidamente a una gran escala de la población objetivo, siendo de utilidad práctica para aliviar la carga de la enfermedad cardiovascular y la diabetes mediante la mitigación de la epidemia de salud pública del MetS.

Efectos del entrenamiento físico en el hogar sobre el VO₂ en pacientes con cáncer de mama bajo quimioterapia adyuvante o neoadyuvante (SAPA)

Effects of home-based exercise training on VO₂ in breast cancer patients under adjuvant or neoadjuvant chemotherapy (SAPA) ([pdf original](#))

Cornette T, Vincent-Bellini F, Antonini MT y col
Eur J Phys Rehabil Med (epub ahead of print), 2015

El tratamiento con quimioterapia del cáncer de mama está asociado con un descenso del fitness cardiorrespiratorio y un aumento de la fatiga. La actividad física es una posible intervención para reducir estos efectos secundarios, sin embargo es necesario realizar un análisis cualitativo para poder así proponer la mejor actividad física adaptada y evaluar su eficacia. Con este propósito, se realizó un estudio comparativo de los efectos de un programa de actividad física adaptada en el hogar sobre la capacidad aeróbica, la fuerza y la fatiga en mujeres con cáncer de mama en tratamiento de quimioterapia adyuvante y neoadyuvante frente al cuidado usual. Cuarenta y cuatro participantes fueron asignadas aleatoriamente al grupo control o al grupo de actividad física. La intervención consistió en entrenamiento de fuerza/resistencia 3 días por semanas durante 27 semanas. El grupo control realizó el protocolo normal establecido de cuidados. La variable principal analizada fue el VO_{2pico}, y las secundarias fueron un test de caminar de 6 minutos, evaluación de la fuerza muscular del cuádriceps, fatiga, calidad de vida, nivel de actividad física y de ansiedad/depresión. Después de las 27 semanas de intervención, el grupo de actividad física aumento su VO_{2pico} en 1.83±0.68 ml·min⁻¹·kg⁻¹, mientras que en el grupo control disminuyó 1.31±0.65 ml·min⁻¹·kg⁻¹ (P<0.05). No se observaron diferencias entre grupos en el test de caminar 6 minutos, la fuerza muscular del cuádriceps, el nivel de fatiga, calidad de vida, nivel de actividad física y de ansiedad/depresión. No obstante, existió un 12% de abandono total del programa de entrenamiento y un 54% del entrenamiento de fuerza, por lo tanto el abandono pudo ser la causa de la ausencia de significancia en los datos del estudio y no permitió obtener mejores conclusiones. Las causas del abandono fueron agobio, caer enfermo y la negativa a ser controlados. Por otra parte, de los participantes que completaron el estudio, el 63% realizó actividad física en un cicloergómetro en casa y el 37% restante caminó. Esto hizo que las intensidades de ejercicio se alterasen respecto a las inicialmente prescritas. Por tanto, la conclusión de este estudio es que, en pacientes con cáncer de mama, un programa de ejercicio en el hogar supervisado durante el tratamiento de quimioterapia puede ser seguro, realizable y aumenta el VO_{2pico}. A pesar de ello, los test de evaluación en este estudio provocaron abandono y no poder obtener mejores datos y conclusiones.

Aptitud cardiorrespiratoria y volumen del cerebro e integridad de la materia blanca. El estudio CARDIA

Cardiorespiratory fitness and brain volume and white matter integrity. The CARDIA study

Zhu N, Jacobs Jr DR, Schreiner PJ y col
Neurology 84(23): 2347-53, 2015

Planteamos la hipótesis de que una mejor aptitud cardiorrespiratoria se asocia con menores probabilidades de encontrar resultados negativos en IRM (Imágenes por Resonancia Magnética) cerebral. Estudiamos 565 hombres y mujeres sanos, de mediana edad, blancos y negros en el estudio CARDIA (por sus siglas en inglés, *Coronary Artery Risk Development in Young Adults*; Desarrollo de Riesgo Arterial Coronario en Adultos Jóvenes). La medida de la aptitud física fue la máxima duración (Max_{dur}) en una prueba en cinta andadora limitado por la sintomatología manifestada, realizado hasta que los participantes se negaran a continuar; las IRM cerebral fueron medidas 5 años después. Las medidas de las IRM cerebral fueron analizadas como promedios y como proporciones por debajo del percentil 15 (por encima del percentil 85 para un volumen de tejido anormal de la materia blanca). Los resultados indicaron que para Max_{dur} superiores a 1 minuto, el ratio de probabilidades de tener menor volumen cerebral total fue de 0.85 ($p = 0.04$) y de tener menor integridad de materia blanca fue de 0.80 ($p = 0.02$), ajustado para la edad, la etnia, el sexo, el estado clínico, el índice de masa corporal, el tabaquismo, el alcohol, la dieta, la actividad física, la educación, la presión arterial, la diabetes, el colesterol total y la función de los pulmones (además del volumen intracraneal de integridad de materia blanca). No se observaron asociaciones significativas entre Max_{dur} y volumen tisular o flujo sanguíneo anormal en la materia blanca. Los resultados fueron similares en las asociaciones con las medidas continuas de IRM cerebral. Concluimos que una mejor aptitud física fue asociada con más volumen cerebral y mayor integridad de materia blanca medidas 5 años después en adultos de mediana edad.

La dieta, el ejercicio, o la dieta con el ejercicio: comparación de la eficacia de las opciones de tratamiento para la pérdida de peso y cambios en la forma física en adultos (18-65 años) con exceso de grasa u obesidad; revisión sistemática y meta-análisis

Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18–65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis ([pdf original](#))

Clark JE

J Diabetes Metab Disord 14:31, 2015

Existen diversos métodos y medios con el objetivo de modificar la composición corporal y los problemas metabólicos que se asocian al exceso de grasa. Este meta-análisis se centra en la revisión y comparación de los distintos tratamientos en los cambios de la composición corporal por exceso de grasa con el fin de determinar la eficacia de los protocolos y planes de intervención de los mismos y se basó en 66 poblaciones y 162 estudios. En primer lugar, un balance energético negativo es necesario para el cambio de la composición corporal. Sin embargo la eficacia de establecer este desequilibrio energético no es eficaz para inducir cambios en la composición corporal o en cualquier biomarcador asociado a desordenes metabólicos. Este primer análisis muestra que existe una necesidad de incluir el ejercicio en combinación con la dieta hipocalórica para efectivamente provocar cambios en la composición corporal y en los biomarcadores asociados a desordenes metabólicos. Además de incluir el ejercicio en el tratamiento, más importante aún es la combinación del entrenamiento de fuerza con otros tipos de ejercicio, que fue más efectivo que el entrenamiento de resistencia o combinación de ambos, en particular cuando el volumen de entrenamiento progresivo fue de 2 a 3 series de 6 a 10 repeticiones con una intensidad igual o mayor al 75% del 1RM y realizando ejercicios con el cuerpo y de auto-carga. Este tratamiento mejoró las medidas de la composición corporal, redujo el colesterol total, los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad. Además el entrenamiento de fuerza fue más eficaz en la reducción de los niveles de insulina en ayunas que el entrenamiento de resistencia o en la combinación de ambos. A pesar de que generalmente el entrenamiento de resistencia tuvo más bajos resultados, la inclusión del mismo fue más eficaz cuando se realiza a alta intensidad, por ejemplo con una intensidad igual o mayor al 70% del VO₂max o la frecuencia cardíaca máxima durante 30 minutos y 3 o 4 veces por semana, o con un entrenamiento interválico cuando es utilizado de forma similar al método prescrito previamente y con aproximadamente el mismo volumen. Las conclusiones de éste meta-análisis indican que el enfoque del tratamiento para modificar la composición corporal debe enfocarse a la producción de un gran estrés metabólico inducido por el ejercicio tanto de resistencia a alta intensidad como de fuerza, en lugar de un desequilibrio energético para las personas adultas que sufren obesidad.

Una combinación de entrenamiento continuo e interválico mejora los factores de riesgo del síndrome metabólico en hombres

A combined continuous and interval aerobic training improves metabolic syndrome risk factors in men ([pdf original](#))

Sari-Sarraf V, Aliasgarzadeh A, Naderali M, Esmaeili H, Naderali EK
Int J Gen Med 8: 203-210, 2015

El síndrome metabólico hace referencia a un conjunto de factores de riesgo que incluyen obesidad abdominal, hipertensión arterial, intolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina y dislipemia. Los pacientes con síndrome metabólico tienen un mayor riesgo a desarrollar enfermedades cardíacas, ictus y diabetes. La mejora de la composición corporal, condición física, factores cardiovasculares y de riesgo metabólico, son la prioridad en el tratamiento de estos pacientes. La baja condición física (fitness cardiorrespiratorio) parece ser un importante predictor de desarrollo de síndrome metabólico; así, por cada 1 ml/kg/min de mejora en el VO₂max se asocia un descenso del 7% de riesgo. Además, la fuerza muscular está inversamente relacionada con la prevalencia del síndrome metabólico independientemente del fitness cardiorrespiratorio. Dado que el ejercicio físico ha mostrado su eficacia en la prevención y tratamiento del síndrome metabólico, los autores de este estudio hipotizaron que la combinación de entrenamiento aeróbico continuo e interválico podría ser una aproximación óptima sobre los factores de riesgo del síndrome metabólico. Treinta adultos con síndrome metabólico (54±8 años) fueron distribuidos aleatoriamente en 2 grupos: grupo de entrenamiento (TTG) y grupo control (CG). Los sujetos del TTG realizaron una combinación de entrenamiento continuo e interválico sobre tapiz rodante, 3 sesiones/semana, durante 16 semanas. El protocolo de entrenamiento consistió en: 5 min calentamiento al 50% FCmax; 20 min de ejercicio continuo al 70% FCmax; 4x3 min al 90% FCmax, con 3 min de recuperación activa al 70% FCmax; 5 min de vuelta a la calma al 50% FCmax. Los sujetos del grupo CG realizaron sus actividades habituales. Los resultados al finalizar el periodo de intervención mostraron que el grupo TTG redujo el peso corporal (-3,2%), circunferencia de cintura (-3,43 cm), presión arterial (-12,7 mmHg) e insulina plasmática, glucosa y niveles de triglicéridos. Además el VO₂max aumentó significativamente (15,3%) y la fuerza isométrica del muslo (28,1%), así como las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Ninguno de los índices anteriores se modificó en el grupo CG. Los resultados sugieren que una combinación de entrenamiento continuo e interválico es eficaz en la reducción de factores de riesgo en pacientes con síndrome metabólico. El programa de ejercicio mostró efectos a las 8 semanas de entrenamiento, obteniendo progresivas mejoras desde la semana 8 a la 16, a excepción de los niveles de glucosa e insulina plasmáticas. Esto sugiere que los efectos del ejercicio son proporcionales al volumen y duración del entrenamiento, requiriendo la continuidad del mismo en los pacientes. El hecho de que la glucosa e insulina no mejoraran desde la semana 8, fue debido a que los pacientes alcanzaron en muchos casos niveles de normalidad clínica a las 8 semanas de intervención.

Relación entre intensidad de ejercicio, oxigenación cerebral y función cognitiva en adultos jóvenes

The relationship between exercise intensity, cerebral oxygenation and cognitive performance in young adults

Mekari S, Fraser S, Bosquet L, Bonn ry C, Labelle V, Pouliot P, Lesage F, Bherer L
Eur J Appl Physiol 115(10): 2189-97, 2015

El mecanismo por el cual el ejercicio influencia la funci3n cognitiva todavía no ha sido establecido. La teoría de la hipofrontalidad transitoria (THT) establece que el cerebro, para conducir el movimiento corporal es forzado a realizar cambios significativos en la manera que asigna sus recursos metab3licos. De acuerdo con esta teoría es posible que ocurra una inhibici3n de algunas regiones del cerebro, como el c3rtex prefrontal. De hecho, las investigaciones que estudian el ejercicio combinado con tareas cognitivas demuestran que cuando éstas son dependientes del l3bullo prefrontal, fallan durante el ejercicio de resistencia. Este estudio tiene como objetivo la medici3n de la relaci3n entre la intensidad del ejercicio, la saturaci3n de hemoglobina cerebral (HbO_2) y la funci3n cognitiva (ejecutiva y no ejecutiva) en adultos j3venes. Se midi3 el tiempo de reacci3n (RT) y la precisi3n durante una serie de tareas computerizadas (Stroop), en 19 adultos j3venes (7 hombres y 12 mujeres). Sus valores medios \pm SD de edad, altura, peso corporal e índice de masa corporal (BMI) fueron 24 ± 4 años, 1.67 ± 0.07 m, 72 ± 14 kg y 25 ± 3 kg m⁻², respectivamente. Cada participante realiz3 la tarea Stroop en reposo y durante el pedaleo a ejercicio de baja intensidad [40% de la potencia pico (PPO)], intensidad moderada (60% de la PPO) e intensidad alta (85% de la PPO). La oxigenaci3n cerebral se monitoriz3 durante el reposo y el ejercicio en el c3rtex prefrontal (PFC) utilizando espectroscopia cercana al infrarrojo (NIRS). El ejercicio disminuy3 el RT tanto en la tarea no ejecutiva (nombrar) ($p = 0.04$) y la condici3n ejecutiva ($p = 0.04$). El análisis también revel3 que el ejercicio de alta intensidad se asoci3 con un descenso en la precisi3n cuando fue comparado con el ejercicio a baja intensidad ($p = 0.021$). Los resultados de neuroimágenes confirmaron un descenso en la oxigenaci3n cerebral durante el ejercicio de alta intensidad en comparaci3n con el de baja ($p = 0.004$) y moderada intensidad ($p = 0.003$). Las correlaciones revelaron que una menor HbO_2 cerebral en el c3rtex prefrontal se asoci3 con un RT más lento s3lo en la condici3n ejecutiva ($p = 0.04$, $g = -0.72$). Los resultados del presente estudio sugieren que el ejercicio de baja y moderada intensidad no altera la funci3n motora ejecutiva, pero que el ejercicio desequilibra las funciones cognitivas (ejecutivas y no ejecutivas) cuando la carga de ejercicio es más pesada. La correlaci3n de HbO_2 cerebral sugiere que una menor disponibilidad de HbO_2 se asocia con un menor RT pero s3lo en la condici3n ejecutiva.

Efectos de 8 semanas de entrenamiento interválico aeróbico y de entrenamiento de fuerza isoinercial sobre factores de riesgo cardiometabólicos y capacidad de ejercicio en sujetos sanos de edad avanzada

Effects of eight weeks of aerobic interval training and of isoinertial resistance training on risk factors of cardiometabolic diseases and exercise capacity in healthy elderly subjects
(pdf original)

Bruseghini P, Calabria E, Tam E y col
Oncotarget 6(19): 16998-7015, 2015

El síndrome metabólico afecta al 10-34% de la población de los países occidentales, y se asocia con frecuencia a trastornos de la función endotelial, estado protrombótico y bajo nivel de condición física (*physical fitness*). Estos pacientes están expuestos a un riesgo 2-4 veces mayor de padecer enfermedad cardiovascular y mortalidad cardiovascular. Algunos componentes del síndrome metabólico pueden ser tratados con fármacos, pero los cambios en el estilo de vida son la postura más eficaz para la prevención y tratamiento de los factores de riesgo. Entre esos cambios de estilo de vida, el entrenamiento físico parece el más potente en relación a minimizar riesgos y mejorar el componente *physical Fitness* o VO_2 pico, siendo este un factor independiente predictor de mortalidad cardiovascular. Además, con la edad se produce un deterioro de la función muscular, con descenso de la masa muscular y de la fuerza. Esta pérdida de masa muscular tiene además consecuencias metabólicas, entre otras un descenso de la tasa metabólica basal y por tanto gasto energético diario, lo que lleva a un aumento de grasa visceral y grasa total del organismo. Estos factores llevan a un descenso en la sensibilidad a la insulina y un aumento de la glucemia post-prandial. El objetivo de esta investigación fue valorar los efectos de 8 semanas de entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad (HIT) y entrenamiento de fuerza isoinercial (IRT) sobre el *Fitness* cardiovascular, fuerza y masa muscular y factores de riesgo de síndrome metabólico en 12 adultos de edad avanzada (68 ± 4 años). El HIT consistió en 7 intervalos de 2 min al 80-90% VO_2 max, 3 veces/semana. Después de 4 meses de recuperación, los sujetos realizaron entrenamiento IRT, que consistió en 4 series de 7 repeticiones máximas de extensión/flexión bilateral de rodilla, 3 sesiones/semana. Los resultados mostraron que el HIT se asoció a mejoras en las medidas antropométricas, aumento del *Fitness* cardiovascular y descenso de la presión sistólica. HIT y IRT se asociaron a hipertrofia del cuádriceps, pero solo aumento la fuerza máxima con IRT. Ninguno de los dos entrenamientos provocó cambios en el perfil lipídico, con excepción de un descenso de LDH después de IRT. Las variables fisiológicas relacionadas con la capacidad aeróbica y composición corporal predictivas de riesgo cardiovascular permanecieron estables durante el desentrenamiento, y después del IRT se complementaron con aumentos de la fuerza muscular. Todos estos factores contribuyen a la mejora de la calidad de vida de los pacientes, al tiempo que hacen descender los factores de riesgo cardiometabólicos.

Eficacia de un innovador método para entrenar los músculos inspiratorios en personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Efficacy of a novel method for inspiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease

Langer D, Charususin N, Jácome C, Hoffman M, McConnell A, Decramer M y Gosselink R
Phys Ther 95(9): 1264-73, 2015

La mayoría de las intervenciones sobre entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT) en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) se han llevado a cabo diariamente durante unos 30 minutos, de forma totalmente supervisada y con cargas de entrenamiento controladas utilizando dispositivos mecánicos para cargar los umbrales (MTL). Recientemente, se ha introducido un dispositivo electrónico que aplica una restricción del flujo dinámica controlada de la carga de resistencia (TFRL) que contiene diferentes perfiles de carga y almacena datos del entrenamiento durante las sesiones de IMT. Nuestro objetivo fue comparar la eficacia sobre la funcionalidad de los músculos inspiratorios de un breve protocolo de IMT, con escasa supervisión, utilizando tanto los tradicionales MTL como los dispositivos TFRL en pacientes con EPOC. Veinte pacientes clínicamente estables con debilidad de los músculos inspiratorios, participantes de un programa de rehabilitación pulmonar, fueron asignados aleatoriamente para ejecutar ocho semanas de IMT con MTL o TFRL. Los pacientes realizaron dos sesiones diarias en casa de IMT de 30 respiraciones (3-5 minutos por sesión) al más alto nivel de intensidad tolerable, apoyado por dos sesiones supervisadas a la semana. Se evaluaron el cumplimiento, la progresión de la intensidad de entrenamiento, los incrementos en la máxima presión inspiratoria por la boca ($P_{i,max}$) y la capacidad de resistencia de los músculos inspiratorios (T_{lim}). Se completaron más del 90% de las sesiones de IMT en ambos grupos. El grupo TFRL toleró cargas más altas durante las últimas tres semanas del programa de IMT (todas con $p < 0.05$) con resultados similares de esfuerzo en la escala de Borg CR-10, y alcanzaron mejoras más amplias en $P_{i,max}$ ($p = 0.02$), y T_{lim} ($p = 0.02$) que el grupo MTL. Como limitación a nuestro trabajo destacamos la ausencia de un grupo de control que siguiera el programa de rehabilitación pulmonar pero que no realizara IMT. El breve protocolo de IMT realizado en casa mejoró significativamente la función de los músculos inspiratorios en ambos grupos y es una alternativa a los protocolos tradicionales de IMT para pacientes con EPOC. Los pacientes del grupo TFRL toleraron cargas más altas de entrenamiento y alcanzaron mayores mejoras en la funcionalidad de los músculos inspiratorios que los pacientes del grupo MTL.



Los efectos del ejercicio combinado en fitness relacionados con la salud, endotoxina, y la función inmune de mujeres posmenopáusicas con obesidad abdominal

The effects of combined exercise on health-related fitness, endotoxin, and immune function of postmenopausal women with abdominal obesity ([pdf original](#))

Park SM, Kwak YS, Ji JG

J Immunol Res 2015: 830567, 2015

Este estudio se realizó para examinar los efectos del ejercicio combinado en la condición física relacionada con la salud, las concentraciones de endotoxinas y las funciones inmunológicas de las mujeres posmenopáusicas con obesidad abdominal. Veinte participantes voluntarias fueron reclutadas y distribuidas de forma aleatoria en dos grupos: grupo combinado de ejercicios ($n = 10$) o grupo control ($n = 10$). La obesidad visceral se definió como una proporción de grasa visceral a subcutánea ≥ 0.4 basado en los resultados de una tomografía computarizada (TC). Se determinó un programa de entrenamiento combinado obteniendo en las primeras sesiones su 1RM, el cual iba aumentando hasta completar de 8-10 repeticiones del protocolo (3 veces semana). Se evaluó la composición corporal, se realizaron pruebas de estrés y medición de la aptitud, tomografía computarizada, y se analizaron variables sanguíneas para dilucidar los efectos del ejercicio combinado. El programa SPSS Statistics 18.0 se utilizó para calcular medias y desviaciones estándar para todas las variables. Las diferencias significativas entre el grupo de grupo de ejercicio y control se determinaron con 2 vías ANOVA y pruebas t pareadas. La obesidad abdominal del grupo de ejercicio fue mitigada debido a la reducción de la grasa visceral; la fuerza de agarre, flexiones, y el consumo de oxígeno por peso mejoraron; y el HDL-C y IgA también aumentaron de nivel, mientras que los niveles de TNF- α , CD14, y endotoxina disminuyeron. La disminución de TNF- α después del ejercicio podría tener un papel importante en la reducción de la obesidad. Por lo tanto, podemos concluir que el ejercicio combinado es eficaz en la mitigación de la obesidad abdominal, la prevención de enfermedades metabólicas, y la mejora de la función inmune.

Los patrones de actividad física y los factores relacionados con el ejercicio durante el embarazo: un estudio transversal

Physical activity patterns and factors related to exercise during pregnancy: a cross sectional study ([pdf original](#))

Nascimento SL, Surita FG, Godoy AC, Kasawara KT, Morais SS
PLoS One 10(6): e0128953, 2015

Para la mayoría de mujeres embarazadas, el ejercicio no sólo es seguro para la salud del feto, sino que también se asocia con numerosos beneficios para la salud materna, incluyendo la prevención y control de la diabetes gestacional, el control del aumento excesivo de peso, la reducción de los dolores de espalda, y los efectos positivos sobre la salud mental materna y la calidad de vida. Sin embargo, la literatura indica que la mayoría de las mujeres embarazadas no practican nada de ejercicio y tienden a disminuir su nivel de actividad física. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron evaluar los niveles de actividad física de las mujeres embarazadas y examinar las características asociadas con la práctica de ejercicio y las actividades de la vida diaria durante el embarazo. Para este estudio transversal, 1.279 mujeres fueron reclutadas dentro de las 72 horas después del parto. Fueron entrevistadas acerca de sus datos socio-demográficos y la historia obstétrica y se administraron cuestionarios de auto-informe sobre el ejercicio y la actividad física diaria durante el embarazo. Los datos sobre el actual embarazo, los dolores, el parto y los resultados del recién nacido se obtuvieron de los registros médicos de los participantes. Para analizar los factores relacionados con la práctica de ejercicio, se utilizó la prueba t de student, χ^2 y el odds ratio (OR), con un intervalo de confianza correspondiente al 95% (IC), seguido de una regresión logística múltiple. El nivel de significación fue del 5%. En comparación con el período anterior al embarazo, la prevalencia de actividad física entre las participantes fue menor durante el embarazo (20,1%) ($p = 0,01$). La mitad de las mujeres interrumpió la práctica de ejercicio físico debido al embarazo. La menor prevalencia de ejercicio se observó en el primer (13,6%) y tercer trimestre (13,4%). Menos de la mitad de las mujeres recibieron orientación sobre ejercicio durante las reuniones de atención prenatal (47,4%). Caminar fue el ejercicio más frecuente, seguido de aeróbic acuático. Fueron factores positivamente asociados con la práctica de ejercicio un nivel educativo alto (OR = 1,82; IC del 95%: 1,28 a 2,60), primiparidad (OR = 1,49; IC del 95% 1,7 a 2,07), hacer ejercicio antes del embarazo (OR = 6,45; IC del 95%: 4,64- 8,96), y la guía de ejercicios durante la atención prenatal (OR = 2,54; IC del 95%: 1,80 a 3,57). El ejercicio ligeramente intenso y las actividades domésticas se reportaron con mayor frecuencia entre las mujeres embarazadas. No hubo diferencias en los resultados maternos y perinatales entre las mujeres embarazadas activas y sedentarias. Los resultados indican que la promoción de la actividad física sigue siendo una prioridad en la política de salud pública, y las mujeres en edad fértil, especialmente aquellas que planean un embarazo, deben ser alentadas desde las consultas prenatales a adoptar una rutina de ejercicios o mantener una vida activa durante el embarazo para evitar los riesgos asociados al sedentarismo y a la obesidad.

Comparación de los efectos del Protocolo de Ejercicio para la Prevención de Osteoporosis (OPEP) frente a caminar en la prevención de la osteoporosis en mujeres jóvenes

Comparing the effects of Osteoporosis Prevention Exercise Protocol (OPEP) versus walking in the prevention of osteoporosis in younger females ([pdf original](#))

Soomro RR, Ahmed SI, Khan M, Ali SS
Pak J Med Sci 31(2): 336-40, 2015

No existe un programa de ejercicios diseñado para proporcionar las intervenciones específicas contra la osteoporosis combinado con un fortalecimiento y estiramiento muscular para mejorar la densidad mineral ósea en edades tempranas. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia del Protocolo de Ejercicio para la Prevención de Osteoporosis (OPEP) en mujeres jóvenes. Un centenar de mujeres jóvenes voluntarias de 20-30 años de edad fueron seleccionadas por la Universidad de Ciencias de la Salud IPM&R Dow. Este fue un estudio comparativo en el que 64 mujeres participantes fueron asignadas al azar en dos grupos (32 en el grupo de ejercicio OPEP y 32 en el grupo de caminar). La sesión de ejercicio tenía tres componentes 1) ejercicios de estiramiento 2) ejercicios de fortalecimiento 3) ejercicios de alto impacto. Ambos programas de intervención consistieron en 3 sesiones por semana durante doce semanas bajo la supervisión de un fisioterapeuta. La densidad mineral ósea (DMO) pre y post intervención se midió en la columna lumbar (L1-L4), cadera, fémur y antebrazo distal mediante una prueba de absorciometría dual de rayos X (DEXA). Después de doce semanas de intervención no se encontró una DMO estadísticamente significativa en cadera, fémur, columna lumbar y muñeca ($p > 0,05$) comparando los resultados post entre el grupo de OPEP y el grupo de ejercicio. Por otra parte, la DMO en cadera, fémur, columna lumbar y muñeca no fue modificada en los dos grupos comparando los resultados pre y post intervención. Aunque no se observaron cambios significativos en el IMC en el grupo de ejercicio de OPEP (valor de $p = 0,010$) la media \pm desviación estándar de pre y post encontrada fue de $20,2578 \pm 3,11123$ y $21,0942 \pm 3,64203$ y sin embargo, no se encontraron variaciones en antropometría en el grupo de caminar. El presente estudio pone de relieve la carga de la osteopenia en mujeres jóvenes. El Protocolo de Ejercicio para la Prevención de Osteoporosis formulada por el autor no fue útil para obtener cambios significativos en la DMO, además, que no tuvo efectos significativos en comparación con el grupo de caminar. Sin embargo, debido a las limitaciones de este estudio como la muestra proveniente de un único centro o la corta duración del programa se necesitan estudios adicionales para evaluar la eficacia del Protocolo de Ejercicio para la Prevención de Osteoporosis en la calidad del hueso con efectos a largo plazo.



Efectos del entrenamiento físico sobre la HbA_{1c} y el VO₂pico en pacientes con diabetes tipo 2 enfermedad de la arteria coronaria: Un ensayo clínico aleatorizado

Effects of exercise training on HbA_{1c} and VO_{2peak} in patients with type 2 diabetes and coronary artery disease: A randomised clinical trial

Byrkjeland R, Njerve IU, Anderssen S, Arnesen H, Seljeflot I, Solheim S
Diab Vasc Dis Res 12(5): 325-33, 2015

Debido a la creciente prevalencia de la diabetes tipo 2, y con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, este estudio investigó los efectos de 1 año de entrenamiento físico, combinado de ejercicios de fuerza y resistencia, 2 veces por semana durante 60 min, sobre la hemoglobina glucosilada (HbA_{1c}) y el consumo de oxígeno pico (VO_{2pico}) en 137 pacientes con diabetes tipo 2 y enfermedad arterial coronaria. 62 participantes formaron el grupo control (no ejercicio) y los 52 restantes realizaron el programa de ejercicio físico. La HbA_{1c}, el VO_{2pico}, umbral ventilatorio (VT) y el tiempo hasta la fatiga (TTE) fueron analizados antes y después del año de entrenamiento. No se encontraron diferencias entre grupos en HbA_{1c} y VO_{2pico}, sin embargo, el VT y el TTE aumentaron un 12.8% ± 18% and 13.7% ± 24% respectivamente (p<0.05). Por otro lado, en un subgrupo de pacientes sin infarto de miocardio previo ni complicaciones microvasculares por la diabetes, la HbA_{1c} y el VO_{2pico} mejoraron significativamente respecto al grupo control (p<0.05). Por lo tanto, los resultados de este estudio concluyeron que no existieron efectos del ejercicio sobre la HbA_{1c} y el VO_{2pico} en pacientes con diabetes tipo 2 y enfermedad arterial coronaria, aunque si se observaron mejoras significativas en estas variables en pacientes sin precedentes de complicaciones vasculares y coronarias. El VT y el TTE aumentaron en los pacientes después del entrenamiento, indicando una mejora en el rendimiento físico, a pesar de no existir mejoras significativas en el VO_{2pico}.

Asociación combinada entre actividad física, dieta y proteína C-reactiva en fumadores

**Combined association of physical activity and diet with C-reactive protein among smokers
(pdf original)**

Loprinzi PD, Walker JF

J Diabetes Metab Disord 14: 51, 2015

Fumar desata respuestas inmunológicas crónicas que aumentan la concentración de biomarcadores asociados con la inflamación y enfermedades multiorgánicas, como es la proteína C-reactiva (CRP). Además, la actividad física y los buenos hábitos alimenticios son menos prevalentes entre fumadores, y están asociados con una menor inflamación sistémica. En teoría, la actividad física regular y una dieta saludable tendrían que tener un efecto positivo en la inflamación entre los fumadores, pero no existen estudios que hayan estudiado esta hipótesis. El principal objetivo de este estudio realizado en fumadores de Estados Unidos fue el de examinar si la actividad física regular combinada con hábitos alimenticios saludables disminuyen la CRP en mayor medida que si se analizan por separado. El interés principal fueron los fumadores habituales porque pocos son capaces de dejarlo. Se utilizaron datos del estudio NHANES 2003-2006. En 810 fumadores adultos se midió CRP (marcador de inflamación), actividad física (acelerometría) y dieta (índice de alimentación sana). El modelo ajustado mostró que aquellos participantes que cumplían con las recomendaciones de actividad física y comían de forma saludable tenían menores niveles de CRP cuando eran comparados con aquellos que no mostraban esos comportamientos saludables ($\beta=-0.34$, $p=0.03$), pero estos comportamientos por separado no fueron predictores significativos de CRP ($\beta=-0.19$, $p=0.14$). En conclusión, los fumadores que practican actividad física regular y tienen una dieta saludable muestran menores niveles de CRP que sus homólogos que tienen uno o ninguno de estos hábitos. Si se confirma en trabajos prospectivos y experimentales, estos comportamientos pueden mitigar enfermedades crónicas asociadas con la inflamación sistémica. Se necesitan más estudios sobre los posibles efectos de la actividad física y la dieta en la función ejecutiva como un antecesor del deshabitamiento tabáquico. Aunque actualmente es razonable considerar CRP como un mediador proinflamatorio en varias enfermedades crónicas, se necesitan ensayos clínicos que utilicen inhibidores de CRP para confirmar la relación causal entre la CRP y las enfermedades cardiovasculares.

El impacto de una intervención de ejercicios en la proteína C-reactiva durante el embarazo: ensayo aleatorio controlado

The impact of an exercise intervention on C-reactive protein during pregnancy: a randomized controlled trial ([pdf original](#))

Hawkins M, Braun B, Marcus BH, Stanek E, Markenson G, Chasan-Taber L
BMC Pregnancy Childbirth 15:139, 2015

La Proteína C Reactiva (PCR) durante el embarazo se asocia con resultados maternos adversos, como la preeclampsia y diabetes mellitus gestacional. Diferentes estudios clínicos aleatorizados sugieren que los programas de ejercicio pueden estar asociados a una reducción de la PCR en mujeres no embarazadas; sin embargo, no se han llevado a cabo este tipo de estudios en embarazadas. El propósito de este estudio es evaluar el impacto de una forma individual adaptada a la intervención del ejercicio motivacional en la PCR en mujeres embarazadas. El estudio trata de un ensayo controlado aleatorio de la actividad física prenatal para prevenir el desarrollo de diabetes mellitus gestacional en mujeres con mayor riesgo. La muestra se distribuyó de forma aleatoria para realizar una intervención de 12 semanas de ejercicio (n = 84) o una intervención de salud y bienestar de control (n = 87). La PCR de alta sensibilidad (mg / dL) se midió utilizando un kit de inmunoensayo comercial. La actividad física se midió utilizando el cuestionario de actividad física durante el embarazo. El modelo mixto de análisis se utilizó para evaluar el impacto de la intervención sobre el cambio de la PCR utilizando un enfoque de intención a tratar. La PCR disminuyó (-0,09 mg/dl; IC del 95%: -0,25, 0,07) a partir de pre y post-intervención de ejercicio de brazos (p = 0,14) y se incrementó en la intervención de salud y bienestar (0,08 mg/dl; IC del 95%: -0,07, 0,24) (p = 0,64); sin embargo, la diferencia entre grupo no fue estadísticamente significativa (p = 0,14). Los resultados no mostraron diferencias significativas según el grupo étnico o el índice de masa corporal previo al embarazo. En un análisis secundario basado en el auto-reporte de actividad física, las mujeres que disminuyeron el tiempo de práctica deportiva experimentó un incremento medio de la PCR (0,09 mg/dl; IC del 95%: -0,14, 0,33), mientras que las mujeres que mantuvieron o aumentaron su rutina de ejercicio experimentaron una disminución media de la PCR (-0,08 mg/dl; IC del 95%: -0,23, 0,08) (p = 0,046). Los resultados de este ensayo aleatorizado en una población étnica y socio-económicamente diversa fueron consistentes con un efecto positivo de la intervención de ejercicios en los niveles de PCR, pero no en la significación estadística.

Efectos del entrenamiento sobre el fitness cardiorrespiratorio y los biomarcadores de salud cardiometabólica: una revisión sistemática y meta-análisis de ensayos controlados aleatorizados

Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials ([pdf original](#))

Lin X, Zhang X, Guo J, Roberts CK, McKenzie S, Wu WC, Liu S, Song Y
J Am Heart Assoc 4(7): e002014, 2015

Las directrices recomiendan el ejercicio para la salud cardiovascular, aunque la evidencia de los ensayos que vinculan el ejercicio con la salud cardiovascular a través de biomarcadores intermedios sigue siendo inconsistente. Las enfermedades cardiovasculares siguen siendo la principal causa de morbilidad y mortalidad que afecta alrededor de 84 millones de personas en los Estados Unidos. Los estudios observacionales han asociado el ejercicio con menor riesgo de enfermedad cardiovascular en poblaciones libres de enfermedades cardiovasculares preexistentes. Sin embargo, ensayos a largo plazo controlados aleatorizados no han investigado directamente los beneficios y riesgos de la práctica de ejercicio en relación con la incidencia de las enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto, se realizó un meta-análisis de ensayos controlados aleatorios para cuantificar el impacto del ejercicio sobre el fitness cardiorrespiratorio y una variedad de biomarcadores cardiometabólicos convencionales y novedosos en adultos sin enfermedad cardiovascular. Dos investigadores seleccionaron 160 ensayos controlados aleatorizados (7487 participantes) en base a búsquedas bibliográficas de Medline, Embase y Cochrane Central (enero 1965-marzo 2014). Los datos fueron extraídos utilizando un protocolo estandarizado. Se realizó un meta-análisis de efectos aleatorios y una revisión sistemática para evaluar los efectos de las intervenciones de ejercicio sobre la condición física cardiorrespiratoria y los biomarcadores circulantes. El ejercicio elevó significativamente la capacidad cardiorrespiratoria absoluta y relativa. Los perfiles lipídicos mejoraron en los grupos que realizaban ejercicio, con niveles más bajos de triglicéridos y niveles más altos de colesterol de lipoproteínas de alta densidad y apolipoproteína A1. Se encontraron niveles más bajos de insulina en ayunas, el modelo homeostático de evaluación de la resistencia a la insulina y la hemoglobina glucosilada A1c en grupos que realizaban ejercicio. En comparación con los controles, los grupos que realizaban ejercicio tenían mayores niveles de interleucina-18 y menores niveles de leptina, fibrinógeno, y angiotensina II. Además, se encontró que los efectos del ejercicio fueron modificados por la edad, el sexo y el estado de salud de tal manera que las personas de edades <50 años, los hombres y las personas con diabetes tipo 2, hipertensión, dislipidemia o síndrome metabólico parecían beneficiarse más. Este meta-análisis mostró que el ejercicio mejora significativamente la capacidad cardiorrespiratoria y algunos biomarcadores cardiometabólicos, lo que indica el papel causal del ejercicio en la prevención primaria de la morbilidad y la mortalidad de las enfermedades cardiovasculares. Los efectos del ejercicio fueron modificados por edad, sexo y estado de salud. Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para el futuro diseño de las intervenciones específicas de estilo de vida.

Efectos de la sustitución de tiempo de sedentarismo por actividad física sobre el riesgo metabólico

Effects of substituting sedentary time with physical activity on metabolic risk ([pdf original](#))

Hamer M, Stamatakis E, Steptoe A
Med Sci Sports Exerc 46(10): 1946-50, 2015

El comportamiento sedentario se ha asociado consistentemente con el riesgo de enfermedad cardiovascular en los estudios de cohorte poblacional. Los efectos perjudiciales del tiempo sedentario en la salud pueden ser sustituidos por tiempo dedicado a actividades físicas. El objetivo de este estudio fue examinar las asociaciones transversales entre actividad sedentaria y actividad física evaluadas objetivamente y factores de riesgo cardiometabólicos utilizando un novedoso paradigma de sustitución isotemporal. Los participantes fueron 445 hombres y mujeres sanos (media de edad, 66 ± 6 años), sin antecedentes ni signos objetivos de enfermedad cardiovascular, extraídos de la cohorte epidemiológica Whitehall II. Se midió objetivamente la actividad física mediante acelerómetros (ActiGraph GT3X) situados alrededor de la cintura durante las horas de vigilia en un período de 4-7 días consecutivos. Se examinaron los efectos de la sustitución de tiempo de sedentarismo con actividad ligera o actividad física moderada a vigorosa (AFMV) en una serie de factores de riesgo (colesterol HDL, triglicéridos, HbA1c, e índice de masa corporal), utilizando un paradigma de sustitución isotemporal. En los modelos de división temporal, donde el tiempo en cada una de las categorías de intensidad se mantuvo constante, solamente la AFMV mantuvo una asociación con los factores de riesgo. En los modelos de sustitución isotemporal que mantenían el tiempo total (llevado) constante, reemplazar 10 min de tiempo sedentario con una cantidad igual de AFMV se asoció con efectos favorables en todos los factores de riesgo, entre ellos la HbA1c ($B = -0,023$; intervalo de confianza del 95% (IC), $-0,043$ a $-0,002$), índice de masa corporal ($B = -0,39$; IC del 95%, $-0,54$ a $-0,24$), colesterol HDL ($B = 0,037$; IC del 95%, $0,021$ - $0,054$) y triglicéridos ($B = -0,035$; IC del 95%, $-0,061$ a $-0,009$). Nuestros resultados demuestran que la sustitución de tiempo sedentario con una cantidad igual de AFMV se asoció con un perfil de riesgo cardiometabólico más favorable. Las asociaciones entre la conducta sedentaria y el riesgo cardiometabólico pueden depender de los tipos de actividades que se reemplacen por el tiempo sedentario. Por lo tanto, las intervenciones que se han diseñado para reducir las conductas sedentarias deben ser conscientes de los tipos de actividades que uno puede utilizar para sustituir el tiempo de estar sentado.

Composición corporal, perfil lipídico, concentración de adipocinas y cambios en la capacidad antioxidante durante intervenciones para tratar el sobrepeso con un programa de ejercicio y criostimulación de cuerpo entero

Body composition, lipid profile, adipokine concentration, and antioxidant capacity changes during interventions to treat overweight with exercise programme and whole-body cryostimulation ([pdf original](#))

Lubkowska A, Dudzińska W, Bryczkowska I, Dołęgowska B
Oxid Med Cell Longev 2015: 803197, 2015

Es bien conocido que el ejercicio reduce el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular y tiene un efecto positivo sobre el peso corporal y los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares en personas con sobrepeso u obesidad. Incluso si el ejercicio físico no resulta en una pérdida de peso, reduce el riesgo de desarrollar hipertensión aumentando las lipoproteínas de alta densidad, mejorando la capacidad antioxidante del miocardio, y también pudiendo estimular la función inmune de organismo. La criostimulación de cuerpo entero (WBC) es una breve exposición, bien tolerada por el cuerpo humano, al aire muy frío (-130°C) en una criocámara durante 2-3 minutos causando hiperemia activa periférica, lo que resulta en una mejora del metabolismo. Se postula que la WBC estimula el potencial antioxidante y mejora los mecanismos de adaptación favorables. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de seis meses de duración de un programa de ejercicio físico con una exposición de dos veces a criostimulación de cuerpo entero en 20 sesiones sobre actividades de enzimas antioxidantes, perfil lipídico, y cambios en la composición corporal en personas obesas (30 sujetos adultos; IMC = $30,39 \pm 4,31$ kg/m²). Las muestras de sangre fueron tomadas antes del programa, un mes después del programa de ejercicio, antes y después del primer tratamiento de la WBC, seis meses después del programa de ejercicio, después del segundo tratamiento de la WBC, y finalmente, un mes después de la intervención. Seis meses de actividad aeróbica moderada combinada con WBC no cambiaron la masa corporal o la grasa ni los porcentajes de masa magra corporal, o las concentraciones circulantes de adiponectina, leptina y resistina. En respuesta a la intervención se observó una disminución significativa en el nivel de lipoproteína de baja densidad y triglicéridos, con un ligero aumento en la concentración de lipoproteínas de alta densidad. La naturaleza de los cambios en la actividad de las enzimas antioxidantes respectivas no fue idéntica. Después de un mes de aumento de la actividad física, se observó una disminución significativa en la actividad superóxido dismutasa (SOD), catalasa y glutatión reductasa (13%, 8% y 70%, resp.). La actividad SOD aumentó significativamente después de sucesivas sesiones de criostimulación de cuerpo entero. En cuanto a la catalasa, se observó una disminución progresiva significativa en su actividad. Basándose en el estudio realizado, es posible concluir que la eficacia de los programas de ejercicio relacionados con la reducción de masa corporal en personas con sobrepeso y la obesidad se debe basar en la modificación del estilo de vida asociándose con un mayor nivel de actividad física, teniendo en cuenta la modificación de la dieta.

Presión arterial y adaptaciones hemodinámicas tras un programa de entrenamiento en jóvenes con síndrome de Down

Blood pressure and hemodynamic adaptations after a training program in young individuals with Down syndrome ([pdf original](#))

Seron BB, Goessler KF, Modesto EL, Almeida EW, Greguol M
J Arq Bras Cardiol 104(6): 487-91, 2015

Las enfermedades cardiovasculares son una de las mayores causas de mortalidad alrededor del mundo y aunque los eventos cardiovasculares son más frecuentes tras la quinta década de vida, existen evidencias de que sus precursores tienen origen en la niñez. Las personas con síndrome de Down (DS) muestran un riesgo de mortalidad hasta diecisiete veces mayor debido a enfermedades cardiovasculares. Mientras que la incidencia de los defectos de corazón congénitos en la población general es de 0.8%, aproximadamente un 40-65% de las personas DS desarrollan la enfermedad. El incremento en la esperanza de vida de esta población resalta la importancia de la prevención de las enfermedades cardiovasculares. Por tanto, este estudio baraja la hipótesis de que el entrenamiento (aeróbico y de fuerza) puede reducir los niveles de presión sanguínea y por tanto mejorar y/o prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares en personas con DS. Por esta razón, conociendo la importancia de un estilo de vida físicamente activo para el control de la presión sanguínea (BP) y para la prevención de las enfermedades cardiovasculares, el objetivo de este estudio fue investigar los efectos del entrenamiento aeróbico y de fuerza en los valores de BP y variables hemodinámicas en personas jóvenes con DS. Un total de 29 personas con DS participaron en el estudio. Éstos fueron divididos en dos grupos: entrenamiento aeróbico (AT) (n = 14), y entrenamiento de fuerza (TR) (n = 15). La media de edad fue de 15.7 ± 2.82 años. El programa de entrenamiento duró 12 semanas, y tuvo una frecuencia de tres veces por semana para AT y dos veces por semana para TR. AT se realizó en tapiz rodante y cicloergómetro, a una intensidad entre 50%-70% de la frecuencia cardíaca de reserva. El TR se compuso de nueve ejercicios con 3 series de 12 repeticiones máximas. La presión sanguínea sistólica (SBP), diastólica (DBP), presión sanguínea media (MBP) y las variables hemodinámicas se midieron latido a latido utilizando el dispositivo Finometer antes y después del programa de entrenamiento. Se realizó un análisis descriptivo, test de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos, y una ANOVA de dos vías para medidas repetidas para comparar las variables pre y post entrenamiento. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para correlacionar las variables hemodinámicas. Se utilizó el programa SPSS versión 18 y el nivel de significancia se estableció a una $p < 0.05$. Tras doce semanas de entrenamiento AT y TR, se observaron reducciones significativas en las variables SBP, DBP y MBP. Este estudio sugiere un efecto hipotensor crónico del ejercicio moderado aeróbico y de fuerza en jóvenes con DS. Por tanto, la implementación de alguno de estos programas de entrenamiento se sugiere como un medio para prevenir el riesgo de enfermedades cardiovasculares para personas con DS. Para estas personas, mantener un estilo de vida físicamente activo debe verse como una estrategia que puede contribuir significativamente a mejorar el estilo de vida sedentario y obtener beneficios de salud.



Efectos del ejercicio aeróbico sobre la presión arterial y los lípidos en mujeres posmenopáusicas hipertensas con sobrepeso

Effects of aerobic exercise on blood pressure and lipids in overweight hypertensive postmenopausal women ([pdf original](#))

Ammar T

J Exerc Rehabil 11(3): 145-50, 2015

La menopausia puede aumentar el riesgo de hipertensión arterial y el perfil lipídico anormal. El objetivo del estudio fue examinar los efectos de ejercicios aeróbicos de mañana y tarde sobre la hipertensión y los lípidos en mujeres posmenopáusicas hipertensas con sobrepeso. Cuarenta y cinco mujeres de entre 49-60 años (n=45), fueron asignadas de forma aleatoria en tres grupos. En el grupo (A) 15 pacientes recibieron medicación para la hipertensión; en el grupo (B) 15 pacientes realizaron ejercicios aeróbicos por la mañana y recibieron la medicación; y el grupo (C) 15 pacientes realizó ejercicios aeróbicos por la tarde recibiendo también la medicación. Antes y después del protocolo de entrenamiento se tomaron datos de la presión arterial y perfil lipídico. El entrenamiento se realizaba tres días de la semana durante tres meses, caminando en cinta durante 30 minutos en tres fases: Fase de calentamiento (5' al 40% FCmax), la fase principal (20' a 60-75% FCmax) y pase de vuelta la calma (5' a 40% FCmax). Los resultados mostraron que había una diferencia estadísticamente significativa en la presión arterial sistólica y diastólica entre todos los grupos, siendo mayor en el grupo C. También hubo una diferencia significativa entre todos los grupos en los niveles de lípidos, favoreciendo al grupo C. Por lo tanto, se puede concluir que un protocolo de entrenamiento de ejercicios aeróbicos en horario de mañana fue más eficaz en la reducción de la presión arterial y perfil lipídico que por la tarde en las mujeres posmenopáusicas hipertensas con sobrepeso.



Relación entre baja masa muscular y síndrome metabólico en personas mayores con un índice de masa corporal normal

Relationship between low muscle mass and metabolic syndrome in elderly people with normal body mass index ([pdf original](#))

Moon JH, Choo SR, Kim JS
J Bone Metab 22(3): 99-106, 2015

El índice de masa corporal (IMC) es el indicador de obesidad más utilizado. Sin embargo, existen límites en el uso del IMC para medir obesidad, porque en el caso que una persona tenga mucha grasa corporal pero un peso normal, se clasificaría como IMC normal. Por el contrario, en los casos con poca grasa corporal se podría clasificar de obeso una persona con gran masa muscular. Las personas mayores suelen estar en la situación de tener un IMC normal, pero mucha grasas corporal, y por lo tanto, tener un riesgo elevado de padecer síndrome metabólico o enfermedad cardiovascular. En el presente estudio, los investigadores analizaron los datos de la Encuesta de Examen de Salud y Nutrición de Corea del Sur. Los encuestados fueron personas mayores de 65 años con IMC normal (18.5 a 22.9 kg/m²). La categoría masa muscular baja I se definió como la masa muscular dividida entre el peso con un valor entre 1 y 2 desviaciones estándar por debajo de la media de la población adulta sana. Y la categoría II se definió 2 desviaciones estándares por debajo. Los resultados mostraron que la prevalencia de las categorías I y II en hombres fueron de 18.8% y 5.2%, y de 11.2% y 2.2% en mujeres, respectivamente. En hombres y en mujeres, una baja masa muscular y el síndrome metabólico se asociaron al ajustarse los datos por edad. También se asociaron el tabaquismo, consumo de alcohol y frecuencia de ejercicio. Por tanto, los datos de la encuesta concluyeron que la población en edad avanzada con un IMC normal, tener baja masa muscular incrementa el riesgo de padecer síndrome metabólico. Por lo tanto, debería considerarse la población mayor con baja masa muscular para evaluar posibles riesgos de síndrome metabólico, así como emplear métodos de dieta y ejercicio para cambiar la masa muscular de dichas personas.



Prevalencia de debilidad del músculo cuádriceps en pacientes con COPD y su asociación con la severidad de la enfermedad

Prevalence of quadriceps muscle weakness in patients with COPD and its association with disease severity ([pdf original](#))

Kharbanda S, Ramakrishna A, Krishnan S

Int J Chron Obstruct Pulmon Dis 10: 1727-1735, 2015

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (COPD, por sus siglas en inglés) afecta a varias estructuras y funciones de los pulmones. Además tiene efectos extrapulmonares significantes, los llamados efectos sistémicos de la COPD. Anormalidades nutricionales, pérdida de peso, disfunción del músculo esquelético, particularmente en el cuádriceps, son bien reconocidos como efectos sistémicos de la COPD. Esto contribuye a empeorar la calidad de vida e incrementa la utilización de los servicios de salud. El estudio sobre el cuádriceps comenzó al observar que una buena proporción de pacientes con COPD dejan de hacer ejercicio debido al sentimiento de fatiga en la pierna más que a la falta de respiración. Este estudio fue llevado a cabo con el objetivo de encontrar la prevalencia de la debilidad del cuádriceps en una población seleccionada y correlacionarla con la severidad de la COPD. El estudio transversal se condujo en 75 sujetos que sufrían COPD con 45 años o más. La severidad de la COPD en los sujetos fue graduada basada en el sistema de estadios GOLD. Un dinamómetro de presión manual (HHD) fue utilizado para medir la fuerza del cuádriceps. Se sacaron las estadísticas descriptivas, y se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y un ANOVA para expresar los resultados. El noventa y dos por ciento de los sujetos sufrían debilidad del músculo cuádriceps. La debilidad del cuádriceps estuvo presente en una proporción significativamente alta incluso en aquellos que padecían los efectos más apacibles de la enfermedad y pertenecientes a los grupos más jóvenes. El valor principal de la fuerza del cuádriceps disminuyó con la severidad de la enfermedad y esta relación fue significativa ($P < 0.01$). La mayoría de los pacientes con COPD sufrían debilidad del cuádriceps, que estuvo además presente en proporciones significantes de los sujetos pertenecientes a los grupos de edad más jóvenes y que padecían los efectos más apacibles de la enfermedad. Estos hallazgos indican que el comienzo de la debilidad muscular en la COPD puede predecir el inicio de los síntomas. Estos hallazgos sugieren la necesidad de medir pronto los remedios correctivos para prevenir la aparición de enfermedades sistémicas asociadas.

Efectos del entrenamiento aeróbico sobre factores de riesgo cardiometabólicos entre atletas profesionales de clase más pesada

Effect of aerobic exercise training on cardiometabolic risk factors among professional athletes in the heaviest-weight class ([pdf original](#))

Guo J, Lou Y, Zhang X, Song Y
Diabetol Metab Syndr 7:78, 2015

La alta prevalencia de enfermedades metabólicas entre los atletas profesionales jóvenes con tallas corporales grandes ha incrementado. En cualquier caso, pocos estudios han examinado específicamente si el ejercicio aeróbico adicional conlleva efectos cardiometabólicos beneficiosos sobre estos atletas jóvenes bajo entrenamientos regulares e intensos de fuerza. Nosotros llevamos a cabo una prueba piloto para evaluar los efectos del ejercicio aeróbico sobre el síndrome metabólico en general (MetS), los componentes individuales del MetS y la capacidad aeróbica en atletas no sanos metabólicamente de las clases más pesadas. Analizamos a cuarenta y nueve atletas profesionales entre 15-30 años con gran peso corporal (peso medio de 131 ± 15.5 kg y 108 ± 15.8 kg y IMC medio de 39.9 ± 4.7 kg/m² y 36.4 ± 5.1 kg/m² para 26 hombres y 23 mujeres, respectivamente). Completaron un entrenamiento de ejercicio aeróbico supervisado a intensidad moderada (frecuencia cardíaca máxima: 140-170 latidos/min por 30-70 min/día) durante 12 semanas. Recogimos y medimos parámetros metabólicos y de capacidad aeróbica para todos los participantes antes y después de las 12 semanas del entrenamiento de ejercicio aeróbico. Como línea de base, 42 (86%) de todos los 49 atletas metabólicamente no normales fueron diagnosticados como MetS conforme al criterio NCEP ATP III (≥ 3 componentes de MetS). Después del entrenamiento aeróbico, el 30% (13/42) de los individuos con MetS tendió a estar libre de MetS (< 3 componentes de MetS), disminuyendo la prevalencia de MetS un 30.4% (de 17 a 10) en mujeres y un 23.1% (de 25 a 19) en hombres ($P = 0.001$). Todos los componentes individuales de MetS, incluido los niveles rápidos de glucosa, el perfil lipídico y la presión sanguínea, fueron también mejorados significativamente (todos con P -value < 0.05). Los índices de obesidad general y central, incluyendo el IMC, la circunferencia de la cintura, el índice cintura-cadera y el índice de grasa abdominal, fueron disminuidos significativamente en hombres, mientras que en mujeres solo se redujeron significativamente los índices generales de adipocitos, como el IMC y el porcentaje de grasa corporal. Además, la capacidad aeróbica de los participantes mejoró significativamente con distancias en carrera más amplias y una disminución de la frecuencia cardíaca (todo con P -value < 0.05). Nuestra prueba piloto demostró que el ejercicio aeróbico de intensidad moderada mejoró de forma efectiva los parámetros cardiometabólicos en atletas profesionales no sanos metabólicamente con entrenamientos de fuerza rutinarios intensos. Sus efectos cardiovasculares a largo plazo serán evaluados por pruebas de control randomizadas con modalidades de ejercicio bien diseñadas.



Ejercicio de alta intensidad en esclerosis múltiple: efectos sobre las características contráctiles del músculo y la capacidad de ejercicio, prueba aleatoria controlada

High intensity exercise in multiple sclerosis: effects on muscle contractile characteristics and exercise capacity, a randomised controlled trial ([pdf original](#))

Wens I, Dalgas U, Vandenaabeele F, Grevendonk L, Verboven K, Hansen D y Ejinde B
PLoS One 10(9): e0133697, 2015

El ejercicio de intensidad baja-moderada mejora las propiedades contráctiles y la capacidad de resistencia en esclerosis múltiple (MS). El impacto del ejercicio de alta intensidad es aún desconocido. Treinta y cuatro pacientes con MS fueron aleatoriamente divididos en un grupo sedentario de control (SED, n=11) y 2 grupos de ejercicio que desarrollaron 12 semanas de ejercicio interválico de alta intensidad (H_{ITR}, n=12) o entrenamiento cardiovascular continuo de alta intensidad (H_{CTR}, n=11), ambos en combinación con entrenamiento de fuerza. Se midieron el área de la sección transversal (CSA) de las fibras del vasto lateral y su proporción, la fuerza de los flexores/extensores de rodilla, la composición corporal, la capacidad aeróbica máxima y el nivel de condición física percibido antes y después de las 12 semanas. En comparación con SED, 12 semanas de ejercicio de alta intensidad mejoró la media de CSA (H_{ITR}: +21±7%, H_{CTR}: +23±5%). Además, la CSA de las fibras tipo I incrementó en H_{CTR} (+29±6%), mientras que la CSA de las tipo II (+23±7%) y las IIa (+23±6%) incrementaron en H_{ITR}. La fuerza muscular mejoró en H_{ITR} y H_{CTR} (entre +13±7% y +45±20%) y el porcentaje de grasa corporal tendió a bajar (H_{ITR}: -3.9±2.0% y H_{CTR}: -2.5±1.2%). Además, la capacidad aeróbica (W_{max} +21±4%, el tiempo hasta la fatiga +24±5%, VO_{2max} +17±5%) y la masa magra (+1.4±0.5%) solo incrementaron en H_{ITR}. Finalmente, los niveles de condición física percibidos incrementaron 73±19% y 86±27% en H_{CTR} y H_{ITR} respectivamente. El ejercicio cardiovascular de alta intensidad combinado con el entrenamiento de resistencia fue seguro, bien tolerado y mejoró las características contráctiles del músculo y la capacidad aeróbica en MS.



Cuatro semanas de estiramiento estático regular reduce la rigidez arterial en hombres de mediana edad

Four weeks of regular static stretching reduces arterial stiffness in middle aged men ([pdf original](#))

Nishiwaki M, Yonemura H, Kurobe K, Matsumoto N
Springerplus 4: 555, 2015

La rigidez arterial aumenta progresivamente según avanza la edad incluso en gente sana, siendo un riesgo independiente de enfermedad cardiovascular. Así que, la prevención y tratamiento de esta enfermedad tiene especial importancia. Estudios previos han mostrado como la flexibilidad de tronco puede estar asociada a rigidez arterial en hombres jóvenes, de mediana edad y ancianos independientemente de los valores de presión arterial. Los estiramientos realizados de forma regular parecen mejorar la flexibilidad que está, de alguna manera, relacionada con la rigidez arterial. En este sentido, este estudio midió los efectos de 4 semanas de estiramiento regular estático sobre la rigidez arterial en hombres de mediana edad. 16 hombres sanos (43 ± 3 años) fueron asignados a un grupo de intervención o a un grupo control ($n=8$ en cada grupo). El grupo control no alteró sus niveles de actividad física a lo largo del periodo de estudio. El grupo de intervención participó en 5 sesiones supervisadas de estiramiento a la semana durante 4 semanas. Cada sesión consistió en 30 minutos de estiramiento de los músculos más grandes del cuerpo a lo largo de todo el rango de movimiento y los estiramientos se mantuvieron 3 veces durante 20 segundos hasta el final del rango. La flexibilidad fue medida a través del test de sit-and-reach. La rigidez arterial fue medida a través de la velocidad de pulso braquial-tobillo (baPWV) que está relacionada con la rigidez central arterial, y el índice vascular cardio-tobillo (CAVI) que representa la rigidez arterial desde la arteria aorta al tobillo y está ajustada por la presión arterial. Cuatro semanas de estiramientos aumentaron la puntuación en el test sit-and-reach (Control, Pre: $31,4 \pm 2,1$, Post: $30,8 \pm 2,7$ vs. Intervención, Pre: $30,6 \pm 5,3$, Post: $43,9 \pm 4,3$ cm), y redujeron la baPWV (Control, Pre: 1204 ± 25 , Post: 1205 ± 38 vs. Intervención, Pre: 1207 ± 28 , Post: 1145 ± 19 cm/s) y la CAVI (Control, Pre: 7.6 ± 0.3 , Post: 7.5 ± 0.3 vs. Intervención, Pre: 7.7 ± 0.2 , Post: 7.2 ± 0.2 unidades) en el grupo intervención. Sin embargo, los cambios en el test de sit-and-reach no se correlacionaron de forma significativa con los cambios en la rigidez arterial. Estos hallazgos sugieren que el estiramiento regular a corto plazo induce una reducción en la rigidez arterial en hombres de mediana edad.

Respuestas cardíacas autónomas después del ejercicio de fuerza en pacientes hipertensos bajo tratamiento

Cardiac autonomic responses after resistance exercise in treated hypertensive subjects (pdf original)

Trevizani GA, Peçanha T, Nasario-Junior O, Vianna JM, Silva LP, Nadal J
Front Physiol 6:258, 2015

El objetivo de este estudio fue medir y comparar la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) después del ejercicio de fuerza (RE) en personas con hipertensión bajo tratamiento y en normotensos. Nueve hombres con hipertensión [HT: 58.0 ± 7.7 años, presión sanguínea sistólica (SBP) = 133.6 ± 6.5 mmHg, presión sanguínea diastólica (DBP) = 87.3 ± 8.1 mmHg; bajo tratamiento antihipertensivo] y 11 hombres normotensos (NT: 57.1 ± 6.0 años, SBP = 127 ± 8.5 mmHg, DBP = 82.7 ± 5.5 mmHg) ejecutaron una sesión única de RE (2 series de 15-20 repeticiones, 50% de la 1RM, 120 s de intervalo entre series/ejercicio) para los siguientes ejercicios: extensiones de pierna, press de piernas, curl de piernas, press de banca, remo sentado, extensiones de tríceps hacia abajo, flexiones de gemelos sentado, curl de brazos sentado. HRV fue medida en descanso y durante 10 min del periodo de recuperación calculando los índices de dominio del tiempo (SDNN, RMSSD, pNN50) y de dominio de la frecuencia (LF, HF, LF/HF). Los principales valores de los índices de la HRV fueron reducidos en el periodo post-ejercicio comparados con el periodo de descanso (HT: InHT: 4.7 ± 1.4 vs. 2.4 ± 1.2 ms²; NT: InHT: 4.8 ± 1.5 vs. 2.2 ± 1.1 ms², $p < 0.01$). En cualquier caso, no hubo diferencias entre grupos vs. la interacción del tiempo en esta respuesta ($p = 0.8$). Los resultados indican que la HRV es suprimida de forma equivalente después del RE en individuos normotensos e hipertensos. Estos hallazgos sugieren que una única sesión de RE no conlleva estrés cardíaco autónomo adicional a sujetos hipertensos bajo tratamiento.



Efectos de una mezcla de helio/oxígeno sobre la capacidad pulmonar y el coste metabólico durante ejercicio submáximo en individuos con enfermedades pulmonares obstructivas

Effects of a helium/oxygen mixture on individuals' lung function and metabolic cost during submaximal exercise for participants with obstructive lung diseases ([pdf original](#))

Häussermann S, Schulze A, Katz I, Martin A, Herpich C, Hunger T, Texereau J
Int J Chron Obstruct Pulmon Dis 10: 1987-97, 2015

Las terapias de helio/oxígeno han sido estudiadas con la intención de reducir los síntomas de las enfermedades pulmonares obstructivas con resultados inconcluyentes en las pruebas clínicas. Para entender mejor esta variabilidad de resultados, un estudio exploratorio fisiológico fue desarrollado comparando los efectos de una mezcla de helio/oxígeno (78% / 22%). La mezcla gaseosa fue administrada a participantes sanos (n=6), asmáticos (n=12) y con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (COPD), que fue clínicamente diagnosticada como moderada (n=6) o severa (n=6); en el descanso y durante un ejercicio de pedaleo submáximo con ratios de trabajo equivalentes. Se obtuvieron medidas de parámetros ventilatorios, espirometría forzada y ergoespirometría. No hubo diferencias estadísticamente significativas en las respuestas ventilatorias ni cardíacas al respirar helio/oxígeno durante el ejercicio submáximo. Para asmáticos, pero no para los participantes con COPD, hubo un beneficio estadísticamente significativo en el coste metabólico reducido, determinado a través del consumo de oxígeno medido, para la misma ratio de trabajo. En cualquier caso, los datos individuales muestran que hubo una mezcla en todos los grupos entre los que respondieron y los que no respondieron al helio/oxígeno. La inconsistente respuesta al helio/oxígeno entre individuos es quizás el inconveniente clave para el uso más extendido y efectivo del helio/oxígeno en el incremento de la capacidad de ejercicio y para otras aplicaciones terapéuticas.

Comparación de la efectividad de las intervenciones de ejercicio y farmacológicas en variables de mortalidad: estudio metaepidemiológico

Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: metaepidemiological study ([pdf original](#))

Naci H, Ioannidis JP

Br J Sports Med 49(21): 1414-22, 2015

Estudios de cohortes poblacionales han demostrado que las personas que hacen ejercicio disfrutan de una mejor calidad de vida y un mejor estado de salud en comparación con aquellos con comportamientos sedentarios. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la eficacia comparativa de ejercicio versus intervenciones farmacológicas sobre variables de mortalidad. El diseño del estudio utilizado fue metaepidemiológico y se utilizó un criterio de elegibilidad de metaanálisis de ensayos controlados aleatorios con variables de mortalidad comparando la eficacia de intervenciones de ejercicio y farmacológicas entre sí o con el control (placebo o atención habitual). Las fuentes de datos escogidas fueron Medline y la Base de Datos Cochrane de Revisiones Sistemáticas en mayo de 2013. La variable principal medida fue mortalidad. Se combinaron las variables de mortalidad de los ensayos de ejercicio y medicación utilizando la red de metaanálisis de efectos aleatorios. Se incluyeron 16 metaanálisis (cuatro de ejercicio y 12 de medicamentos). Incorporando un ensayo adicional reciente de ejercicio, nuestra revisión incluyó colectivamente 305 ensayos controlados aleatorios con 339.274 participantes. Tras cuatro condiciones con evidencia sobre la eficacia del ejercicio sobre las variables de mortalidad (prevención secundaria de la enfermedad coronaria, rehabilitación del accidente cerebrovascular, tratamiento de la insuficiencia cardíaca, prevención de la diabetes), 14.716 participantes fueron asignados al azar a las intervenciones de actividad física en 57 ensayos. No existieron diferencias estadísticamente detectables entre las intervenciones de ejercicio y farmacológicas en la prevención secundaria de la enfermedad coronaria y la prediabetes. Las intervenciones de actividad física fueron más eficaces que el tratamiento farmacológico de los pacientes con ictus (odds ratios, ejercicio v anticoagulante 0,09, intervalos de confianza 95%: 0,01 a 0,70 y el ejercicio v antiplaquetarios 0,10, 0,01 a 0,62). Los diuréticos fueron más efectivos que el ejercicio en la insuficiencia cardíaca (ejercicio v diuréticos 4,11, 1,17 a 24,76). La inconsistencia entre comparaciones directas e indirectas no fue significativa. La cantidad de evidencia sobre los beneficios del ejercicio en mortalidad fue considerablemente menor que en intervenciones de medicación. Aunque limitadas en cantidad, las pruebas de ensayos aleatorios existentes en las intervenciones de ejercicio sugieren que el ejercicio y muchas intervenciones farmacológicas son a menudo potencialmente similares en cuanto a sus beneficios en términos de mortalidad en la prevención secundaria de la enfermedad coronaria, la rehabilitación después del accidente cerebrovascular, el tratamiento de la insuficiencia cardíaca y la prevención de diabetes.

La diabetes tipo 2 exagera el esfuerzo durante el ejercicio y perjudica el rendimiento del ejercicio en mujeres mayores

Type 2 diabetes exaggerates exercise effort and impairs exercise performance in older women ([pdf original](#))

Huebschmann AG, Kohrt WM, Herlache L y col
BMJ Open Diab Res Care 3(1): e000124, 2015

La diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) está asociada con altos niveles de mortalidad y morbilidad. El ejercicio físico regular previene la discapacidad prematura y la mortalidad, pero las personas con DMT2 son, generalmente, sedentarias por razones no muy claras. Previamente hemos observado que para las mujeres premenopáusicas con DMT2 el ejercicio físico suponía un mayor esfuerzo físico que para sus contemporáneas sin DMT2, como comprobamos analizando los datos de la escala de esfuerzo percibido. En este estudio comparamos los efectos del ejercicio físico en el rendimiento y el esfuerzo en mujeres de edad avanzada (entre 50 y 75 años) con y sin DMT2 (26 vs 28 participantes respectivamente). Las participantes realizaron un test de $VO_{2\text{pico}}$ previo y posteriormente 4 series de ejercicio de 8 minutos a una intensidad absoluta de 30w, y otras 4 a una intensidad relativa de 35% del $VO_{2\text{pico}}$. Durante las series de ejercicio analizamos el esfuerzo percibido y la concentración de lactato en sangre. Las participantes con DMT2 obtuvieron un valor de $VO_{2\text{pico}}$ de 2.4 mL/kg/min inferior al grupo control ($p < 0.05$). En cuanto al esfuerzo percibido durante el ejercicio, no se observaron diferencias entre los grupos. No obstante, la concentración de lactato sanguíneo fue significativamente mayor en el grupo DMT2 comparado con el grupo control tanto durante el ejercicio a la carga absoluta de 30w (1.18 ± 0.10 vs 0.76 ± 0.10 ; $p < 0.05$) como a la carga relativa de 35% del $VO_{2\text{pico}}$ (1.28 ± 0.10 vs 0.99 ± 0.10 ; $p < 0.05$). También fueron mayores los datos de frecuencia cardiaca y de tensión arterial en el grupo DMT2 ($p < 0.05$). En resumen, los valores de las mediciones fisiológicas del esfuerzo durante el ejercicio fueron mayores en las participantes con DMT2. Por tanto, dado que el esfuerzo durante el ejercicio es modificable, los según los datos de este estudio deberían adaptarse los métodos para reducir el esfuerzo durante el ejercicio de los pacientes con DMT2 para facilitar así su adherencia al ejercicio.

Beneficios del ejercicio regular sobre marcadores de riesgo inflamatorios y cardiovasculares en adultos de peso normal, con sobrepeso y obesos

Benefits of regular exercise in inflammatory and cardiovascular risk markers in normal weight, overweight and obese adults ([pdf original](#))

Gondim O, Camargo VT, Gutierrez FA y col
PLoS One 10(10): e0140596, 2015

En los sujetos obesos, hay un marcado aumento en la secreción de adipocinas pro-inflamatorias incluyendo leptina, resistina, IL-6 y TNF- α , así como un descenso de la producción de adipocinas anti-inflamatorias, como la adiponectina. Este cambio en el balance de adipocinas es un tema clave en la patogenia metabólica e inmune y su impacto sobre la angiogénesis, presión arterial y metabolismo de los lípidos, lo cuales se relacionan con la enfermedad cardiovascular. Las adipocinas ejercen sus efectos de manera paracrina y endocrina, induciendo hipertensión y dislipemia por medio de una elevación de la actividad de los mineralocorticoides y catecolaminas, y un desbalance en el metabolismo de los lípidos. La elevación de la resistina en obesos también se ha descrito por varios grupos y se ha asociado con el síndrome metabólico, dislipemia y marcadores inflamatorios. La concentración plasmática de IL-6 aumenta con la ganancia de peso, y disminuye con el descenso del mismo. La IL-6 afecta al apetito y al consumo energético por medio de acciones sobre el hipotálamo, siendo además el principal determinante de la producción hepática de PCR, siendo capaz de suprimir la actividad de la lipoproteína-lipasa. En contraste, la adiponectina tiene un papel protector cardiovascular, y se ha propuesto como un vínculo entre la obesidad y la enfermedad cardiovascular. Hay una complicada relación entre esas adipocinas y el bajo grado de inflamación y/o la regulación simpático-adrenal en la obesidad y en las enfermedades cardiovasculares. El ejercicio pudiera actuar mejorando el perfil de las adipocinas y de marcadores clínicos y cardiometabólicos; sin embargo, el papel del ejercicio sobre el metabolismo de los lípidos y los marcadores inflamatorios permanece sin resolver debido a las variaciones de intensidad y frecuencia utilizada en los estudios. Los autores investigaron los efectos de 6 y 12 meses de entrenamiento de moderada intensidad sobre los niveles de adipocinas, marcadores cardiometabólicos y clínicos en voluntarios adultos sanos, con sobrepeso y obesos. Los 143 sujetos participantes fueron evaluados inicialmente y después de 6 y 12 meses de realizar ejercicio, 2 sesiones/semana, durante 12 meses. Los voluntarios fueron distribuidos en 3 grupos: peso normal (NWG), sobrepeso (OVG) y obesos (OBG). Se evaluaron presión arterial (PA), parámetros antropométricos, composición corporal, capacidad funcional (VO₂max y fuerza isométrica), marcadores cardiovasculares (PCR, colesterol total, LDL-C, HDL-C, homocisteína) y niveles de adipocinas (leptina, adiponectina, resistina, IL-6, y TNF-alfa). Los resultados no mostraron cambios significativos en las variables antropométricas o de composición corporal a lo largo de los 6 y 12 meses de seguimiento. El ejercicio disminuyó el HDL-C, leptina, adiponectina, resistina, PA, en OVG. En OBG, el ejercicio disminuyó el HDL-C, homocisteína, leptina, resistina, IL-6 y adiponectina. En conclusión, el ejercicio no tuvo efectos sobre la composición corporal, pero sí aportó beneficios sobre el estado de inflamación y marcadores clínicos de enfermedad cardiovascular en sujetos obesos y con sobrepeso.



El entrenamiento interválico basado en el umbral anaeróbico ventilatorio aumenta la modulación vagal cardíaca y disminuye la alta sensibilidad a la proteína C reactiva: muestra clínica aleatorizada en enfermedad arterial coronaria

Interval training based on ventilatory anaerobic threshold increases cardiac vagal modulation and decreases high-sensitivity C-reactive protein: randomized clinical trial in coronary artery disease ([pdf original](#))

Tamburus N, Paula R, Kunz V, César M, Moreno M, da Silva E
Braz J Phys Ther 19(6): 441-50, 2015

La disfunción autonómica y los niveles altos de biomarcadores circulantes inflamatorios están envueltos en el desarrollo y la progresión de la enfermedad arterial coronaria (CAD). El ejercicio aeróbico promueve adaptaciones autonómicas positivas, las cuales podrían ser evidenciadas por un aumento en la modulación parasimpática cardíaca. Entre varios tipos de ejercicio, el entrenamiento interválico (IT) ha ganado considerable como programa de ejercicio adecuado para pacientes con CAD. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos que el IT basado en el umbral anaeróbico ventilatorio (VAT) tiene sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y los niveles de alta sensibilidad a la proteína C reactiva (hs-CRP), así como la relación entre ambos niveles, en pacientes con CAD y/o factores de riesgo cardiorrespiratorios. Cuarenta y dos hombres (edad 57.88 ± 6.20 años) fueron divididos en dos grupos de entrenamiento, CAD-R (n=12) y RF-T (n=10), y dos grupos de control, CAD-C (n=10) y RF-C (n=10). Antes y después del IT se midieron la frecuencia cardíaca y los intervalos RR en posición supina, tests de ejercicio cardiopulmonar y niveles de hs-CRP. La HRV fue investigada con análisis espectrales y simbólicos. Los grupos CAD-T y RF-T llevaron a cabo un programa de IT de 16 semanas con 3 sesiones semanales a intensidades de entrenamiento basadas en el VAT. En el grupo RF-T, disminuyó el índice de modulación simpática cardíaca y la hs-CRP ($p < 0.02$), mientras que el índice de modulación parasimpática cardíaca aumentó ($p < 0.02$). En el grupo CAD-T, aumentó el índice de modulación parasimpática cardíaca, mientras que la hs-CRP y la presión sanguínea sistólica y diastólica disminuyeron ($p < 0.002$). Ambos grupos de control mostraron aumentos en parámetros de hs-CRP ($p < 0.02$). Hubo una fuerte y significativa asociación entre las modulaciones parasimpática y simpática con la hs-CRP. El programa de IT basado en el VAT promovió un descenso en la hs-CRP asociado con mejoras en la modulación autonómica cardíaca.



Cambios en la función renal durante un maratón de media distancia en atletas masculinos

Changes in kidney functions during middle-distance triathlon in male athletes

Poortmans JR, Jeannaud F, Baudry S, Carpentier A

Int J Sports Med 36(12): 979-83, 2015

El ejercicio extenuante induce proteinuria (exceso de presencia de proteína en la orina de 24 horas) la cual está relacionada con la intensidad del ejercicio. Sin embargo, la respuesta de la función renal a cada tipo de ejercicio durante un triatlón de media distancia (natación, ciclismo y carrera) no ha sido descrita. En este estudio se investigó la respuesta de la función renal de 7 atletas sanos en reposo y después de cada modalidad de ejercicio en un triatlón de media distancia. Se obtuvieron muestras de sangre y orina en reposo y después de cada modalidad de ejercicio y se analizaron la excreción de proteína y el vaciado renal. Comparado con el reposo, los valores de albuminuria aumentaron por un factor de 30 ($p < 0.05$) después de la natación, pero no hubo diferencias después del ciclismo y la carrera. Las tasas de excreción de proteína de unión de retinol y $\beta 2$ -microglobulina no cambiaron a lo largo del triatlón. La tasa de filtración glomerular también se mantuvo estable después de cada modalidad de ejercicio. La tasa de reabsorción tubular (expresado en aclaramiento de urea) se redujo un 50% durante la natación, un 40% durante el pedaleo y un 65% durante la carrera comparado con los valores de reposo ($p < 0.05$). La permeabilidad de la membrana glomerular (expresado en aclaramiento de albumina) aumentó 13 veces respecto del reposo durante el evento de natación ($p < 0.05$). Estos resultados sugieren que un triatlón de media distancia tiene un impacto importante sobre la permeabilidad de la membrana glomerular (aclaramiento de albumina) y la eliminación de la proteína de desecho (aclaramiento de urea) pero de distinto grado dependiendo de cada modalidad de ejercicio.



Entrenamiento interválico de alta intensidad y entrenamiento isocalórico continuo de intensidad moderada obtienen mejoras similares en la composición corporal y salud física en personas obesas

High-intensity interval training and isocaloric moderate-intensity continuous training result in similar improvements in body composition and fitness in obese individuals

Martins C, Kazakova I, Ludviksen M y col

Int J Sport Nutr Exerc Metab (epub ahead of print), 2015

Este estudio tuvo como objetivo determinar los efectos de 12 semanas de programa de entrenamiento isocalórico interválico de alta intensidad (HIIT) o entrenamiento de intensidad moderada continua (MICT), o un HIIT de corta duración (1/2 HIIT) induciendo sólo la mitad del déficit de energía, en un cicloergómetro. Para ello se analizaron variables como el peso y la composición corporal, la aptitud cardiovascular, la tasa de metabólica en reposo (RMR), niveles de cociente respiratorio, registro de la actividad física fuera del programa de entrenamiento (PA), y el ayuno y la respuesta de la insulina posprandial en individuos obesos sedentarios (RER). La muestra estaba compuesta por cuarenta y seis personas sedentarias obesas ($n=46$, 30 mujeres y 16 hombres), con un IMC promedio de $33,3 \pm 2,9$ kg/m² y una edad media de $34,4 \pm 8,8$ años, los cuales fueron distribuidos de forma aleatoria entre los tres grupos de entrenamiento: HIIT ($n = 16$), MICT ($n = 14$) o 1/2HIIT ($n = 16$). El protocolo de entrenamiento se realizó 3 veces/semana durante 12 semanas. En general, hubo una reducción significativa en el peso corporal, las circunferencias de la cintura ($p < 0,001$) y la cadera ($p < 0,01$), el tronco y la masa grasa de la pierna (FM) ($p < 0,01$). Por el contrario, se encontró un aumento en la masa libre de grasa del tronco y la pierna (FFM) ($p < 0,01$) y de la aptitud cardiovascular ($VO_{2\text{máx}}$ en ml/kg/min) ($p < 0,001$) con el ejercicio. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos. No hubo ningún cambio significativo en la RMR, RER, niveles de PA, insulina en ayunas o sensibilidad a la insulina con ejercicio o entre grupos. Hubo una tendencia a una reducción en la AUC de la insulina con el ejercicio ($p = 0,069$), pero no hubo diferencias entre los grupos. Estos resultados indican que los protocolos de entrenamiento isocalóricos de HIIT o MICT (ó 1/2HIIT induciendo sólo la mitad del déficit de energía) ejercen respuestas metabólicas similares y mejoras cardiovasculares en individuos obesos sedentarios.

Terapia de vibración de cuerpo completo: nuevo tratamiento potencial para diabetes mellitus tipo 2

Whole body vibration therapy: a novel potential treatment for type 2 diabetes mellitus **(pdf original)**

Yin H, Berdel HO, Moore D, Davis F, Liu J, Mozaffari M, Yu JC, Baban B
Springerplus 4: 578, 2015

Se sabe que las intervenciones en los cambios de hábitos de vida en relación a incrementos de ejercicio físico para mejorar el metabolismo de la glucosa y la salud son un hecho. En el presente estudio se ha testeado la viabilidad del uso de vibraciones de alta frecuencia y baja amplitud para todo el cuerpo (WBV) para mejorar el metabolismo de la glucosa en ratones con diabetes T2 (T2DM), así como se investigó las propiedades antiinflamatorias y citoprotectivas de WBV. Se expuso a ratones obesos con diabetes y a ratones no enfermos a WBV de alta frecuencia y baja amplitud frente a un grupo de control. Los parámetros compuestos usados fueron: peso corporal, niveles de Hemoglobina A1c (HbA1c) y de Interleucina (IL)-17 (marcador facilitador de células T), marcador Foxp3, (regulador de las células T), y expresión de gammaH2AX (índice de lesión ADN). Además, un estudio metabólico de 24h y una recogida de fluidos (excreción de orina y osmolaridad) fueron llevados a cabo inmediatamente después del protocolo WBV y de una ingesta de líquido. WBV no afectó al peso corporal pero mejoró los niveles de HbA1c en el grupo de ratones obesos. Las vibraciones en este grupo demostraron menor ingesta de líquidos y menor excreción de orina pero mejor capacidad de concentración de orina en el grupo que se expuso a las vibraciones. Los cambios pro-inflamatorios se redujeron significativamente, como reflejó la IL-17 pero incrementó la expresión de Foxp3. Las WBV redujo la gammaH2AX por efecto citoprotector en los ratones obesos. Sin embargo, WBV no produjo efectos significativos en los parámetros evaluados para el grupo de ratones db/m. Estos hallazgos sugieren que vibraciones diarias y cortas pueden mejorar el control de la glucemia, polidipsia, poliuria y osmolaridad de la orina en T2DM asociado a la reducción de la inflamación. En conclusión, las vibraciones pueden ser una estrategia viable para el tratamiento de la T2DM.

Asociaciones de tiempo sedentario con distribución de grasa en una población de alto riesgo

Associations of sedentary time with fat distribution in a high-risk population

Henson J, Edwardson CL, Morgan B y col
Med Sci Sports Exerc 47(8): 1727-34, 2015

La obesidad abdominal es conocida por predisponer a las personas a enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2, postulándose ser de mayor importancia los depósitos de grasa regionales que la adiposidad general en la causa de trastornos metabólicos y cardiovasculares. El efecto de la conducta sedentaria en la deposición de grasa regional, independientemente de la actividad física, sigue siendo ambiguo. Se examinaron las asociaciones transversales entre el tiempo sedentario medido objetivamente y los marcadores de distribución de grasa regional (grasa en el corazón e hígado, grasa visceral, grasa subcutánea y grasa corporal total) en una población con un alto riesgo de diabetes mellitus tipo 2 (T2DM). Los participantes fueron reclutados de atención primaria de dos programas de prevención de la diabetes. El tiempo sedentario (<25 counts por 15 s) se midió utilizando acelerómetros ActiGraph GT3X. La grasa del corazón e hígado, la grasa visceral, la grasa subcutánea y la grasa corporal total se cuantificaron utilizando imágenes de resonancia magnética. Los volúmenes de grasa se calcularon multiplicando las áreas de sección transversal de los píxeles que contienen grasa por el grosor del corte. El porcentaje de grasa del hígado se midió utilizando una región de interés representativa creada en el lóbulo derecho del hígado, evitando las principales venas porta. Los modelos de regresión lineal examinaron la asociación de tiempo sedentario con marcadores de la deposición de grasa regional. Se incluyeron sesenta y seis participantes (edad: $47,9 \pm$ edad 16,2 años; hombres: 50,0%). Después del ajuste para varias covariables, incluyendo glucemia, grasa de todo el cuerpo, y actividad física moderada-vigorosa, cada período de 30 minutos de tiempo de sedentarismo se asoció con 15,7 cm³ más de grasa en corazón (P = 0,008), 1,2% más de grasa en el hígado (P = 0,026) y 183,7 cm³ más de grasa visceral (P = 0,039). Este estudio proporciona nueva evidencia que sugiere que el comportamiento sedentario medido objetivamente puede tener una asociación independiente con la grasa en el corazón, el hígado y la grasa visceral en los individuos con un alto riesgo de T2DM. Curiosamente, debido a que las asociaciones se mantuvieron después del ajuste para la grasa de todo el cuerpo y actividad física moderada-vigorosa, se puede sugerir que el comportamiento sedentario está vinculado a deposiciones selectivas de grasa, que no pueden ser completamente explicadas por un aumento de la adiposidad general y pueden actuar a través de un mecanismo independiente. Sin embargo, dadas las limitaciones, se necesita más investigación para determinar los distintos efectos patológicos de cada tipo de grasa y cómo estos puntos finales podrían estar asociados con diferentes comportamientos, particularmente el tiempo sedentario.

Entrenamiento individualizado en máxima tasa de oxidación de grasas combinado con dieta rica en frutas y vegetales en mujeres son sobrepeso u obesas: la aleatorizada y controlada LIPOXmax-réunion

Individualized exercise training at maximal fat oxidation combined with fruit and vegetable-rich diet in overweight or obese women: the LIPOXmax-Réunion randomized controlled trial ([pdf original](#))

Besnier F, Lenclume V, Gérardin P y col
PLoS One 10(11): e0139246, 2015

Las relaciones causales entre obesidad, síndrome metabólico y enfermedades como la diabetes tipo II (T2DM), enfermedades cardiovasculares y cáncer están bien documentadas. Un estilo de vida sedentario y una alta prevalencia de obesidad pueden explicar parcialmente la elevada prevalencia de T2DM en mujeres entre 30 y 69 años. De acuerdo con las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) existe una relación dosis-respuesta entre la cantidad de actividad física (PA) y la cuantía en la reducción de peso corporal. Por otra parte, existe un cuerpo de evidencia que muestra que los beneficios de la actividad física en obesos están limitados cuando el ejercicio propuesto no está individualizado en base a una "intensidad moderada". En este contexto se ha propuesto como intensidad de referencia el umbral de máxima oxidación de las grasas (FATmax). Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda junto con los programas de ejercicio, un consumo de al menos 5 porciones al día de frutas y verduras. El objetivo de esta investigación fue comparar tres programas de actividad física combinados con el consumo de frutas y verduras, en la reducción de masa grasa en mujeres sedentarias con sobrepeso u obesas. Como objetivo secundario se valoraron los cambios en la composición corporal, glucosa y perfil lipídico, así como intensidad de máxima oxidación de las grasas. Participaron 136 mujeres obesas no diabéticas que fueron asignadas aleatoriamente a tres grupos: G1, intensidad FATmax; G2, intensidad 60% VO₂pico; y G3, ejercicio libre de intensidad moderada realizado en casa. Se valoraron datos de composición corporal, perfil glucémico y lipídico e intensidad FATmax a los 0, 3 y 5 meses del estudio. Los resultados mostraron que en el 5º mes, los tres grupos mostraron un descenso significativo de la masa grasa, sin diferencias entre los grupos. Por otra parte, todos los grupos mostraron reducciones significativas en los niveles de insulina y mayores tasas de FATmax, mientras que el control de la glucemia fue mayor en G1 vs G3, y los valores de FATmax fueron más elevados en G1 que en G2 o G3. En conclusión, los resultados no soportan una mayor eficacia de la intensidad asociada al FATmax respecto al 60% VO₂pico o ejercicio en casa para la reducción de la masa grasa en mujeres jóvenes con sobrepeso u obesas. Los hallazgos sugieren un beneficio potencial mayor en el control de la glucemia y metabolismo de los lípidos con la intensidad FATmax.

Eficacia de una intervención con ejercicio en empleados con cansancio asociado al trabajo: protocolo de estudio de una prueba aleatoria controlada de dos partes

Efficacy of an exercise intervention for employees with work-related fatigue: study protocol of a two-arm randomized controlled trial ([pdf original](#))

De Vries J, van Hooff M, Geurts S, Kompier M
BMC Public Health 15(1): 1117, 2015

El objetivo del presente estudio es evaluar la eficacia de una intervención con ejercicio para reducir el cansancio asociado al trabajo. El ejercicio es una estrategia de intervención potencialmente efectiva para reducir el cansancio asociado al trabajo, ya que puede mejorar la capacidad de los empleados de hacer frente al estrés laboral y ayuda a desconectar del trabajo. Sin embargo, en base a las investigaciones disponibles, no se pueden establecer inferencias causales claras con respecto a su eficacia. Esta prueba aleatoria controlada por tanto investiga si el ejercicio es efectivo en la reducción del cansancio asociado al trabajo, y en la mejora de otros indicadores del bienestar físico y mental de los trabajadores y de su rendimiento. Una prueba paralela de dos partes será dirigida. Los participantes ($N = 108$) que experimentan altos niveles de cansancio asociado al trabajo serán aleatorizados en una ratio 1:1 hacia una intervención con ejercicio de 6 semanas o a una lista de espera (control). La intervención con ejercicio consiste en tres sesiones a la semana de carrera al aire libre a baja intensidad durante una hora. Cada semana, dos sesiones tienen lugar en un grupo bajo supervisión con un entrenador y una sesión es completada individualmente. Las sesiones de carrera serán llevadas a cabo durante el tiempo libre. El resultado medido principalmente es el cansancio asociado al trabajo. Secundariamente incluimos capacidad de trabajo, autoeficacia, calidad del sueño, funcionamiento cognitivo y condición física aeróbica. Estos datos serán recogidos antes y después de la intervención, y a las 6 semanas y a las 12 semanas después de la intervención. Además, durante el periodo de intervención se recogerán medidas semanales del bienestar de los empleados y del ejercicio (i.e. tipo, frecuencia y duración) y la experiencia (i.e. placer, esfuerzo y desconexión). Este estudio comparará una intervención con ejercicio y una lista de espera (control). Esto nos permite examinar el efecto del ejercicio sobre el cansancio asociado al trabajo comparado con el curso natural de estos síntomas. De por sí, este estudio contribuye a entender mejor la relación causal entre el ejercicio y el cansancio asociado al trabajo. Si la intervención se muestra efectiva, los resultados podrían proveer una base para pruebas futuras "eficaces" en las que (la implementación de) la intervención puede ser investigada entre una amplia población definida en una vía menos estandarizada, dirigiendo eventualmente una mejor evidencia basada en las políticas y prácticas de los empleados, empresas, profesionales de la salud y creadores de políticas referentes al efecto del ejercicio sobre el cansancio asociado al trabajo.



Asociaciones entre el trabajo nocturno y el IMC, el alcohol, el tabaco, la cafeína y el ejercicio - un estudio transversal

Associations between night work and BMI, alcohol, smoking, caffeine and exercise - a cross-sectional study ([pdf original](#))

Buchvold HV, Pallesen S, Øyane NM, Bjorvatn B
BMC Public Health 15(1): 1112, 2015

El trabajo por turnos se asocia con efectos negativos para la salud. El aumento de la prevalencia de varios factores de riesgo cardiovascular entre los trabajadores por turnos/trabajadores nocturnos en comparación con los trabajadores de día se ha demostrado que resulta en un mayor riesgo de eventos cardiovasculares entre los trabajadores por turnos y los trabajadores nocturnos. Incluso se concluyó en un metaanálisis que el trabajo por turnos representó un aumento del 40% en el riesgo de enfermedad cardiovascular. Estudios previos han adoptado un enfoque dicotómico en la comparación entre los trabajadores de día y de noche. El presente estudio utiliza un enfoque continuo y proporciona una nueva perspectiva a los efectos negativos de la carga de trabajo nocturno como un posible factor de riesgo con efectos indeseables para la salud. Este estudio transversal (*The Survey of Shift work, Sleep and Health (SUSSH)*) utiliza los datos recogidos desde diciembre de 2008 a marzo de 2009. La población de estudio estuvo formada por enfermeras noruegas. El estudio recopiló información acerca de los factores demográficos y de estilo de vida: Índice de Masa Corporal (IMC), tabaquismo, consumo de alcohol, consumo de cafeína y hábitos de ejercicio. Los parámetros de estilo de vida se evaluaron mediante regresión jerárquica múltiple y regresión logística binaria. El número de turnos de noche trabajados el año anterior (NNL) se utilizó como resultado de la carga de trabajo de noche. Se hicieron ajustes para posibles factores de confusión. La obesidad se definió como un IMC > 30. El consumo de alcohol se evaluó utilizando la forma corta del "Alcohol Use Disorders Identification Test Consumption" (AUDIT-C). Los datos fueron analizados mediante SPSS versión 22. Se obtuvieron datos de 2059 enfermeras. NNL se asoció significativa y positivamente con el IMC, tanto cuando se evaluó con el IMC como parámetro continuo (Beta = 0,055, $p < 0,05$), como cuando se evaluó con obesidad (OR = 1,01; IC del 95% = 1,00-1,01). La puntuación AUDIT-C se asoció significativa y positivamente con las horas trabajadas por semana (OR = 1,03; IC 95% = 1,01-1,05). Se encontró una asociación significativa positiva entre la carga de trabajo nocturno y el IMC. Esto sugiere que los trabajadores con cargas fuertes de trabajo de noche pueden ser que necesiten una atención especial y controles de salud frecuentes debido al mayor riesgo de efectos indeseables para la salud. La introducción temprana de posibles contramedidas; como por ejemplo, hacer ejercicio o, si es posible, cambios en el horario por turnos pueden ser necesarios para las personas vulnerables a los efectos negativos del trabajo nocturno.

Efectos del entrenamiento en plataforma vibratoria en pacientes con diabetes tipo 2: revisión sistemática y meta-análisis de ensayos controlados aleatorios

The effects of whole body vibration in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials ([pdf original](#))

Robinson CC, Barreto RP, Sbruzzi G, Plentz RD
Braz J Phys Ther (epub ahead of print), 2015

El entrenamiento vibratorio de cuerpo completo en plataforma vibratoria (WBV) es utilizado para aumentar los niveles de actividad física en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DMT2), dado que ha demostrado ser una nueva opción eficaz en sujetos sanos y diferentes condiciones de salud. La vibración activa los husos musculares y evoca las contracciones musculares inducidas por un complejo mecanismo neurofisiológico espinal y supraespinal conocido como “reflejo tónico de vibración”, lo que permite la mejora de la actividad muscular incluso en posiciones estáticas. Además, una de las grandes ventajas del entrenamiento WBV es que requiere mucho menos tiempo que el entrenamiento convencional y, por lo tanto, se adapta de manera satisfactoria a pacientes sedentarios o con bajo nivel de actividad física. Para llevar a cabo una revisión sistemática de los efectos del WBV sobre el control glucémico, los factores de riesgo cardiovascular, y la capacidad física y funcional de los pacientes con DMT2, se buscaron ensayos hasta el 1 de junio de 2015 en MEDLINE, LILACS, PEDro, y Cochrane Central Register of Controlled Trials. Los ensayos aleatorios controlados seleccionados investigan los efectos del WBV en comparación con el grupo control u otra intervención en los niveles de glucosa en sangre, la sangre y los factores de riesgo cardiovascular, y la capacidad física y funcional en individuos adultos con DMT2. Dos revisores independientes extrajeron los datos con respecto a los autores, año de publicación, número de participantes, el género, la edad, los parámetros de WBV y descripción de la intervención, tipo de comparación, y la media y desviación estándar de las evaluaciones pre y post. De 585 artículos potencialmente elegibles, dos estudios (reportado en cuatro manuscritos) se consideraron elegibles. En ellos, las intervenciones con WBV proporcionaron una reducción significativa de 25,7 ml/dl (IC del 95%: -45,3 a -6,1; I²: 19%) de glucosa en sangre en 12 horas de ayuno en comparación con ninguna intervención. Las mejoras en la hemoglobina glucosilada, factores de riesgo cardiovascular, y la capacidad física y funcional se encuentran sólo a las 12 semanas después de la intervención WBV en comparación con ninguna intervención. Por lo que el WBV combinado con ejercicio parece mejorar el control glucémico ligeramente en pacientes con diabetes tipo 2 tras su exposición. Todavía se necesitan ensayos grandes y bien diseñados para establecer la eficacia y entender si los efectos se atribuyeron a la vibración, al ejercicio, o una combinación de ambos.

Perfiles de hombres jóvenes sedentarios y no sedentarios - un estudio basado en la población MOPO

Profiles of sedentary and non-sedentary young men - a population-based MOPO study ([pdf original](#))

Pyky R, Jauho AM, Ahola R y col
BMC Public Health 15: 1164, 2015

El aumento del sedentarismo es un problema mundial. A pesar de los ya conocidos beneficios de llevar un estilo de vida no sedentario, se ha reportado en EE.UU. un gasto de tiempo sedentario de 7,7 horas al día y los adolescentes (16-19 años) emplean casi el 60% de sus horas de vigilia sentados. El sedentarismo se asocia a un peor bienestar en jóvenes con trayectorias adversas que abarcan hasta la edad adulta. Varios factores están asociados con el sedentarismo, pero no se han estudiado bien entre los adultos jóvenes. Aun así, sus determinantes son poco conocidos. Nuestro objetivo fue describir los hábitos de jóvenes sedentarios y no sedentarios y aclarar sus diferencias en un entorno basado en la población. Un total de 616 hombres (edad media: 17,9; ES: 0,6) asistieron a la conscripción obligatoria para el servicio militar completando un cuestionario sobre salud, comportamiento de salud, situación socioeconómica y el uso de medios tecnológicos. Se sometieron a un examen físico (composición corporal, muscular y capacidad aeróbica) y un examen médico. Los perfiles se conformaron por el análisis de componentes principales (PCA). Un total de 30,1% de hombres eran sedentarios (tiempo libre al día sentado ≥ 5 h) y el 28,9% no sedentarios (sentado ≤ 2 h). Los hombres sedentarios tenían más grasa corporal, más síntomas depresivos, y una menor condición física y satisfacción de vida que los hombres no sedentarios. Sin embargo, según el PCA, se detectaron perfiles de alimentación poco saludables, insatisfacción de vida, y un alto gasto de tiempo en videojuegos, tanto entre los hombres sedentarios como en los no sedentarios, así como una alta autopercepción de actividad física y los motivos para hacer ejercicio. Los determinantes de los estilos de vida sedentarios y no sedentarios fueron múltiples y se superponen parcialmente. Reconocer los patrones individuales y los factores subyacentes del estilo de vida sedentario es esencial para la promoción y las intervenciones de salud personalizadas. Estos resultados y los perfiles descritos pueden ser utilizados en la planificación de la futura implementación de la actividad física en los jóvenes. Por otro lado, se necesitan estudios prospectivos con el fin de investigar las trayectorias de toda la vida y los determinantes de la conducta sedentaria en hombres jóvenes.

Efecto del ejercicio aeróbico a corto plazo en las subfracciones de lipoproteína en estados de ayunas y post-prandial en hombres sedentarios sanos

Effect of short term aerobic exercise on fasting and postprandial lipoprotein subfractions in healthy sedentary men ([pdf original](#))

Sabaka P, Kruzliak P, Balaz D y col
Lipids Health Dis 14: 151, 2015

Existen evidencias claras de que el ejercicio físico mejora la salud cardiovascular, incluyendo el perfil de lipoproteínas. Sin embargo, los estudios disponibles no describen en detalle el efecto del ejercicio aeróbico a corto plazo sobre todas las subfracciones de lipoproteínas, sobre todo en los estados de ayuna y post-prandial. Por ello, el objetivo de este estudio fue investigar los efectos a corto plazo del entrenamiento aeróbico sobre el perfil de lipoproteínas en los estados de ayuna y post-prandial. Para ello, 20 hombres sedentarios sanos entrenaron 4 días durante 20 minutos a una intensidad mantenida entre el 75-80% de la FCmax. Antes y después del programa de entrenamiento se analizaron en ayunas y estado post-prandial (4h después de una comida estandarizada) los perfiles de lipoproteína y los niveles de triacilglicerol (TAG) y colesterol LDL y HDL. El análisis de los perfiles de lipoproteína en ayunas y post-prandial se volvieron a realizar 2 días después para comprobar las consistencia de los posibles cambios. Después de los 4 días de entrenamiento se redujeron los niveles de triacilglicerol en ayunas (76.29 ± 20.07 mg/dl a 53.92 ± 10.90 mg/dl; $P < 0.05$) y en estado post-prandial (139.06 ± 23.72 mg/dl a 96.55 ± 25.21 mg/dl; $P < 0.05$), los del VLDL en ayunas (21.88 ± 3.87 mg/dl a 18.00 ± 3.93 mg/dl; $P < 0.05$) y estado post-prandial (23.88 ± 3.52 mg/dl a 19.25 ± 3.62 mg/dl; $P < 0.05$) y los de colesterol total en ayunas (162.26 ± 23.38 , 148.91 ± 17.72 , $p < 0.05$) y estado post-prandial (163.73 ± 23.02 mg/dl a 150.08 ± 18.11 mg/dl; $P < 0.05$). También se redujeron significativamente los niveles de LDL aterogénico en ayunas (9.89 ± 3.27 mg/dl a 6.22 ± 2.55 mg/dl; $P < 0.05$) y estado post-prandial (8.88 ± 6.51 mg/dl a 6.88 ± 5.57 mg/dl; $P < 0.05$). Sin embargo, las partículas de cadena larga de LDL (25.38 ± 3.54 a 23.88 ± 3.91 mg/dl; $P < 0.05$) y las partículas de cadena larga LDL (42.89 ± 11.40 mg/dl a 38.67 ± 9.30 mg/dl; $P < 0.05$) sólo se redujeron en estado post-prandial. La concentración de colesterol HDL total no cambió, aunque si se observaron cambios en las partículas de cadena corta HDL en ayunas (6.11 ± 2.89 mg/dl a 4.22 ± 1.72 mg/dl; $P < 0.05$) y estado post-prandial (6.44 ± 3.21 mg/dl a 4.56 ± 1.33 mg/dl; $P < 0.05$). Todos estos cambios observados con el entrenamiento desaparecieron a los 2 días de descanso. Por tanto, de acuerdo a los datos, un entrenamiento de 20 minutos a intensidad 75-80% FCmax diario, durante 4 días, puede conducir a cambios positivos y significativos del perfil de lipoproteínas en los estados de ayuna y post-prandial.

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en la regulación de la glucosa y resistencia a la insulina: meta-análisis

The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis

Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G y col
Obes Rev 16(11): 942-61, 2015

El objetivo de este meta-análisis fue cuantificar los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre los marcadores de la regulación de la glucosa y resistencia a la insulina comparado en condiciones de control (CON) o el entrenamiento continuo (CT). Se seleccionaron de las bases de datos consultadas las intervenciones HIIT basadas en los siguientes criterios de inclusión: ≥ 2 semanas de protocolo de entrenamiento, participantes adultos, y que en los resultados se incluyesen las medidas de resistencia a la insulina, glucosa en ayunas, hemoglobina glucosilada (HbA1c) o insulina en ayunas. Se excluyeron los estudios con dobles intervenciones y participantes con diabetes tipo 1. De la revisión, se incluyeron cincuenta estudios que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión citados. Como datos significativos, se detectó una reducción en la resistencia a la insulina después de HIIT en comparación con los dos otros grupos, CON y CT (HIIT vs. CON: diferencia de medias estandarizada [DME]= -0,49, intervalo de confianza [IC] -0,87 a -0,12; $p=0,009$; HIIT vs. CT: DME=-0,35, -0,68 a -0,02; $p=0,036$). En comparación con el CON, la HbA1c disminuyó en un 0,19% (-0,36 a -0,03; $p=0,021$) y el peso corporal se redujo en 1,3 kg (-1,9 a -0,7; $p<0,001$). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en otros resultados globales. Sin embargo, los participantes en situación de riesgo o con diabetes tipo 2 experimentaron una disminución de la glucosa en ayunas (-0,92 mmol/L, -1,22 a -0,62; $p<0,001$) en comparación con el grupo CON. Por lo tanto, el HIIT parece eficaz en la mejora de la salud metabólica, sobre todo en los que están en situación de riesgo o con diabetes tipo 2. Sin embargo, se necesitan ensayos controlados aleatorios más grandes y de mayor duración que los incluidos en este meta-análisis para confirmar estos resultados.



El ejercicio físico en el puesto de trabajo previene el deterioro de la capacidad laboral en los trabajadores de atención sanitaria: grupo de prueba aleatorio controlado

Physical exercise at the workplace prevents deterioration of work ability among healthcare workers: cluster randomized controlled trial ([pdf original](#))

Jakobsen MD, Sundstrup E, Brandt M, Jay K, Aagaard P, Andersen LL
BMC Public Health 15(1): 1174, 2015

El desequilibrio entre los recursos individuales y las demandas del trabajo pueden llevar a desórdenes musculoesqueléticos y reducir la capacidad de trabajo. El propósito de este estudio fue investigar el efecto del ejercicio físico en el puesto de trabajo versus en casa sobre la capacidad laboral en trabajadores de atención sanitaria. Participaron doscientas mujeres trabajadoras en atención sanitaria (Edad: 42.0, IMC: 24.1, índice de capacidad laboral [WAI]: 43.1) de 18 departamentos en tres hospitales daneses (Copenhague, Dinamarca, Ago 2013 – Ene 2014). Las participantes fueron distribuidas al azar al grupo de nivel para realizar 10 semanas de: 1) ejercicio en el puesto de trabajo (WORK) ejecutado durante el horario laboral en 5x10 min a la semana y hasta 5 sesiones de coaching en grupo para la motivación hacia la práctica regular de ejercicio físico, o 2) ejercicio en casa (HOME) ejecutado durante el tiempo libre en 5x10 min a la semana. Ambos grupos recibieron asesoramiento ergonómico sobre el manejo de pacientes y el uso de ayudas para levantar peso. El principal resultado medido fue el cambio desde la línea de referencia hasta el final de las 10 semanas según el seguimiento del WAI. Se observó una interacción significativa grupo-tiempo en el WAI ($p < 0.05$). El seguimiento del WAI fue 1.1 (0.3 a 1.8) mayor en WORK comparado con HOME correspondiendo con un tamaño del efecto pequeño (Cohens'd = 0.24). Los cambios en los grupos indicaron que las diferencias entre grupos fueron causadas principalmente por la reducción del WAI en HOME. De los siete ítems del WAI, el ítem 2 (capacidad de trabajo en relación a las demandas del puesto) y el ítem 5 (ausencia de enfermedad durante el pasado año) fueron mejorados en WORK comparado con HOME ($P < 0.05$). Haciendo ejercicio físico junto a los compañeros en el puesto de trabajo se previene el deterioro de la capacidad laboral en mujeres que trabajan en atención sanitaria.



El entrenamiento concurrente y el ejercicio aeróbico promueven beneficios similares en la composición corporal y los perfiles metabólicos en adolescentes obesos

Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents ([pdf original](#))

Monteiro PA, Chen KY, Lira FS y col
Lipids Health Dis 14: 153, 2015

La prevalencia de obesidad en la población pediátrica está incrementando aceleradamente en muchos países, y se ha convertido en un tema grave de salud pública. La actividad física, particularmente el entrenamiento con ejercicio, se mantiene como un pilar en las intervenciones pediátricas. El propósito de nuestra intervención aleatorizada actual fue comparar los efectos de dos tipos de entrenamiento sobre la composición y el perfil metabólico en adolescentes obesos, emparejados ambos tipos en volumen de entrenamiento, aeróbico y concurrente. 32 adolescentes obesos participaron en dos grupos de entrenamiento aleatorizados, concurrente o aeróbico, durante 20 semanas (50 mins x 3 veces a la semana, supervisado), y fueron comparados con un grupo control de 16 sujetos. Medimos el porcentaje de grasa corporal (%BF, el principal resultado), la masa libre de grasa, el porcentaje de grasa androide a través de absorciometría dual de rayos X, y otros perfiles metabólicos al principio y al final de la intervención, y comparando los resultados entre grupos utilizando un diseño con intención de tratar. En 20 semanas, ambos grupos de entrenamiento redujeron significativamente el %BF en 2.9-3.6% en comparación con el grupo control donde no hubo cambios ($p = 0.042$). También hubo cambios positivos en los niveles de lípidos en los grupos de ejercicio. No se encontraron cambios notificables entre los grupos de entrenamiento aeróbico y concurrente. Los beneficios del ejercicio en la reducción de la grasa corporal y el los perfiles de riesgo metabólico en adolescentes obesos pueden ser alcanzados ejecutando cualquiera de los tipos de entrenamiento.

Efectos de la vibración de cuerpo entero sobre índices hormonales y funcionales en pacientes con esclerosis múltiple

Effects of whole body vibration on hormonal & functional indices in patients with multiple sclerosis ([pdf original](#))

Ebrahimi A, Eftekhari E, Etemadifar M
Indian J Med Res 142(4): 450-8, 2015

La esclerosis múltiple (MS) es una enfermedad neurodegenerativa, que afecta a la movilidad de los pacientes, y la práctica de ejercicio se ha considerado beneficiosa para ellos. El entrenamiento vibratorio de cuerpo entero provoca la contracción rápida y la relajación en los músculos y se basa en las oscilaciones multidimensionales mecánicas del sistema músculo-nervioso. El WBV aumenta el flujo de sangre y el flujo linfático a través del cuerpo, y también puede aumentar la fuerza de los músculos en un corto período de tiempo con menos fatiga, que puede mejorar algunos aspectos del control postural en personas con discapacidad. El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de 10 semanas de ejercicio de baja intensidad y entrenamiento WBV sobre la fatiga, la calidad de vida, y los índices funcionales y físicos, y los niveles séricos de ghrelina, leptina y testosterona en pacientes con esclerosis múltiple. Treinta y cuatro pacientes con MS con discapacidad de leve a moderada fueron divididos aleatoriamente un grupo de entrenamiento (n=17) y un grupo control (n=17). Los pacientes en el grupo de entrenamiento hicieron un entrenamiento de baja intensidad y un programa de entrenamiento con WBV tres veces por semana durante 10 semanas. El grupo control continuó con su vida rutinaria. Las variables diseñadas como la escala ampliada del estado de discapacidad (EDSS), la fatiga, la calidad de vida y los índices funcionales y físicos consistieron en equilibrio, velocidad de marcha, movilidad funcional, resistencia muscular funcional y distancia recorrida en la prueba de caminar, y los niveles séricos de ghrelina, leptina y testosterona fueron medidos antes y después del protocolo. Treinta sujetos completaron el estudio (23 mujeres, 7 hombres; edad promedio $38,80 \pm 9,50$ años). La EDSS en el grupo de entrenamiento WBV se redujo significativamente ($P=0,01$), y el equilibrio ($P=0,01$) y la distancia recorrida en la prueba de caminar aumentó significativamente ($P=0,01$) en pacientes con MS ($P<0,05$). Los resultados sugieren que el ejercicio de baja intensidad y el entrenamiento de WBV tienen algún beneficio sobre los índices funcionales y físicos de los pacientes con MS, pero sin ninguna mejora en la calidad de vida y la fatiga. Además, el WBV no mostró cambios en los niveles séricos de ghrelina, leptina, relación ghrelina/leptina, testosterona y relación de testosterona/leptina. Estos efectos positivos de WBV podrían ser temporales, y estar relacionados con la duración del protocolo. Sin embargo, los efectos de este método de entrenamiento pueden ser valiosos como factores eficaces en la reducción de la incapacidad del paciente.

Capacidad funcional

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Cómo regular la respuesta fisiológica al ejercicio interválico “aeróbico” de alta intensidad

How to regulate the acute physiological response to “aerobic” high-intensity interval exercise ([pdf original](#))

Tschakert G, Kroepfl J, Mueller A, Moser O, Groeschl W, Hofmann P
J Sports Sci Med 14(1): 29-36, 2015

El entrenamiento interválico aeróbico de alta intensidad (HIIE) ha mostrado que produce similares o incluso superiores efectos fisiológicos sobre la capacidad oxidativa y el rendimiento de resistencia aeróbica que el tradicional continuo de intensidad moderada. Incluso los protocolos de breve duración y muy alta intensidad (*all out*) se han relacionado con aumentos significativos de los valores de $VO_2\text{max}$, primariamente debido a mejoras o adaptaciones musculares periféricas inducidas por las altas cargas de trabajo casi máximas. Los protocolos de HIIE de 4 x 4 min, considerados “aeróbicos”, son de muy frecuente aplicación, si bien no han sido estudiadas en profundidad las respuestas asociadas a su desarrollo. La respuesta obtenida durante un HIIE puede estar condicionada por la potencia media de la sesión de entrenamiento (tiempo de aplicación de la potencia pico en ejercicio y recuperación), independientemente de la potencia aplicada o duración de los intervalos, pero esta cuestión no ha sido estudiada. El principal objetivo de esta investigación fue valorar las respuestas metabólicas y cardiorrespiratorias frente a un HIIE de larga y corta duración, en comparación con un ejercicio continuo de intensidad moderada. Seis voluntarios bien entrenados participaron en la investigación. Realizaron un test de esfuerzo máximo (IET) y posteriormente 3 sesiones de ejercicio con la misma potencia media desarrollada (P_{mean}) y duración de ejercicio (28 min): 1) HIIE largo con potencia al 95% FC_{max} y duraciones del intervalo de 4 min, con recuperación de 3 min; 2) HIIE corto con potencia máxima alcanzada en IET y duración del intervalo de 20 s, y tiempo de recuperación calculado individualmente de unos 26,7 s; y 3) ejercicio continuo (CE) con una carga media igual a la media de los HIIE. Los resultados mostraron, que el HIIE corto se asoció a valores medios de lactato de 5,22 mM, valor pico de 7,14 mM y FC_{pico} de 181 lpm, siendo significativamente menores a los obtenidos en el HIIE largo (9,83 mM, 12,37 mM y 187 lpm, respectivamente). No se observaron diferencias entre los valores de HIIE cortos con CE, a pesar de desarrollar mayores picos de potencia en HIIE. La respuesta aguda metabólica y cardiorrespiratoria durante HIIT corto fue significativamente menor comparada con HIIE largo al utilizar la potencia media de la sesión, y similar al observado en la sesión de ejercicio continua de moderada intensidad. Los intervalos HIIE de corta duración permiten generar una mayor duración del ejercicio en relación a los HIIE largos. Futuros estudios han de determinar si los protocolos HIIE cortos inducen adaptaciones musculares y sistémicas similares a las obtenidas con los protocolos de HIIE largos.



El uso de zapatillas con Tecnología Masai Barefoot en post-maratón facilita la recuperación de la fatiga inducida por la carrera: evaluación utilizando una escala analógica visual

Post-marathon wearing of Masai Barefoot Technology shoes facilitates recovery from race-induced fatigue: an evaluation utilizing a visual analog scale ([pdf original](#))

Nakagawa K, Obu T, Kanosue K

Open Access J Sports Med 5: 267–271, 2014

Las carreras de larga distancia se han convertido recientemente en un gran evento popular alrededor de todo el mundo, viéndose incrementado año tras año el número de atletas que participan en maratones. Pero completar un maratón puede dar lugar a fatiga muscular profunda, fatiga post-carrera, que puede ser perjudicial tanto a la eficiencia del entrenamiento, como a la calidad de vida en general. Una recuperación rápida de la fatiga post-carrera también permite a los atletas mantenerse en buenas condiciones durante el entrenamiento y su rendimiento. Por lo tanto, hay una gran demanda de un método eficaz y simple que optimice la recuperación de la fatiga post-maratón. El objetivo de este estudio fue investigar el potencial beneficio del uso de zapatillas inestables (Masai Barefoot Technology [MBT]) post-carrera en la recuperación de la fatiga inducida tras una maratón. Se obtuvo una muestra de cuarenta y cinco corredores que participaron en una maratón, y se dividieron en tres grupos: 1) zapatillas MBT, 2) calzado Trail Running, y 3) control (CON). Los participantes corrieron un maratón completo con sus propias zapatillas para correr, y luego recuperaron con sus zapatillas asignadas inmediatamente después de la carrera. Estos continuaron llevando las zapatillas asignadas durante los siguientes 3 días, mientras que el grupo CON llevaba sus zapatillas habituales. Las estimaciones de la fatiga post-carrera fueron realizadas por los participantes a través de cuestionarios, en los que utilizaron una escala analógica visual. Las estimaciones se hicieron justo después de la carrera, así como durante los siguientes 3 días. Como resultados, la fatiga subjetiva del grupo MBT fue menor que la de la CON ($P, 0,05$) o que del grupo de calzado de Trail Running ($P, 0,05$) en el día 3. Por lo que se determinó que una recuperación con zapatillas MBT puede promover la recuperación de la fatiga inducida tras una competición de maratón.

Respuesta muscular y articular durante y después de estiramiento estático realizado a diferentes intensidades

Muscle and joint responses during and after static stretching performed at different intensities

Freitas SR, Andrade RJ, Larcoupaille L, Mil-homens P, Nordez A
Eur J Appl Physiol 115(6): 1263-72, 2015

Numerosos estudios han mostrado que el estiramiento estático aumenta de forma aguda el rango articular máximo de movimiento y disminuye la torsión pasiva desarrollada por el complejo musculo-articular en la resistencia al movimiento. Además, algunos estudios han investigado los efectos durante y después de estiramiento estático de diferentes intensidades, encontrando que la relajación de la torsión pasiva durante el estiramiento aumenta con la intensidad del estiramiento, mientras que la relajación de la torsión pasiva relativa (expresado en porcentaje de la máxima torsión pasiva lograda) en el tobillo apenas se ve afectada por los ángulos de rodilla o tobillo, y consecuentemente tampoco la longitud del músculo. El propósito de este estudio fue investigar la relajación durante el estiramiento estático y el efecto agudo inmediatamente después del protocolo, mediante mediciones de torsión pasiva, elasticidad y ultrasonido. Diez voluntarios realizaron 3 sesiones de estiramientos a 3 intensidades distintas: 40, 60 y 80% del rango de movimiento máximo en la dorsiflexión. Cada estiramiento se realizó durante 10 minutos. La arquitectura y elasticidad del gastrocnemio medial, el ángulo de torsión pasivo del tobillo y la actividad muscular se evaluaron antes, durante y después de los estiramientos. Los resultados mostraron que durante el estiramiento, la relajación absoluta y pasiva de la elasticidad del gastrocnemio medial varió con las distintas intensidades de estiramiento. También la relajación de la torsión pasiva cambió con las intensidades, pero no cuando se normalizó por los valores de estiramiento inicial. Tampoco se observaron cambios en la longitud de los fascículos del gastrocnemio medial. Después del estiramiento, la torsión pasiva en un ángulo dado disminuyó significativamente, y la elasticidad del gastrocnemio medial se redujo pero solo a la intensidad de estiramiento del 80%. Tampoco se encontraron correlaciones entre la magnitud de la relajación durante el estiramiento y el efecto post-ejercicio en la elasticidad del gastrocnemio medial o en las variables de la torsión pasiva del tobillo. Ni entre las respuestas de la elasticidad y la torsión pasiva del tobillo durante y después del estiramiento. Por lo tanto, este estudio mostró que la relajación relativa del gastrocnemio medial es independiente de la longitud de la unidad musculo-tendón; y la longitud del fascículo no cambia durante el estiramiento. Además, la reducción de la torsión pasiva del tobillo después del estiramiento no se traduce en cambios en la tensión pasiva o longitud del fascículo del gastrocnemio. Los efectos del estiramiento sobre músculo y articulación son dependientes de la intensidad del mismo. Y por último, los efectos y relajación del estiramiento pueden no ser homogéneos en las distintas estructuras que pasan por la articulación.

Efectos del entrenamiento de fuerza del core utilizando superficies estables frente a inestables sobre la condición física en adolescentes, un ensayo controlado aleatorizado

Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents a randomized controlled trial ([pdf original](#))

Granacher U, Schellbach J, Klein K, Prieske O, Baeyens JP, Muehlbauer T
BMC Sports Sci Med Rehabil 6(1): 40, 2014

La fuerza muscular del core es un requisito previo para diversos deportes y actividades de la vida cotidiana. Se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza del core es un medio eficaz para mejorar la fuerza muscular del tronco (TMS) y factores de la condición física en la juventud. Es de destacar que los estudios transversales revelaron que la inclusión de elementos inestables en ejercicios de fortalecimiento del core produjeron aumentos en la actividad muscular del tronco y por tanto, proporcionan potenciales estímulos de entrenamiento adicionales para la mejora del rendimiento. Por consiguiente, la utilización de superficies inestables durante el entrenamiento de fuerza del core puede incluso producir grandes ganancias de rendimiento. Sin embargo, los efectos del entrenamiento de fuerza del core utilizando superficies inestables en la juventud están sin resolver. Este estudio controlado aleatorizado investigó específicamente los efectos del entrenamiento de fuerza del core realizado en superficies estables (CSTS) en comparación con las superficies inestables (CSTU) sobre la condición física en niños de edad escolar. Veintisiete (14 niñas, 13 niños) sujetos sanos (edad media: 14±1 años, rango de edad: 13-15 años) fueron asignados al azar a un grupo CSTS (n=13) o un grupo CSTU (n=14). Ambos programas de entrenamiento duraron 6 semanas (2 sesiones/semana) e incluyeron ejercicios frontales, dorsales y laterales del core. Durante CSTU, estos ejercicios se llevaron a cabo en superficies inestables (por ejemplo, TOGU® DYNAIR CUSSIONS, THERA-BAND® STABILITY TRAINER). Se observaron efectos significativos en el tiempo (pre vs. post) en los test de TMS (8-22%, $f=0,47-0,76$), el test de salto a los lados (4-5%, $f=1,07$), y el Y balance test (2-3%, $f=0,46$ a $0,49$). Se encontraron tendencias hacia la significación para la prueba de salto de longitud (1-3%, $f=0,39$) y la prueba de stand-and-reach (0-2%, $f=0,39$). No se pudo detectar ningún efecto significativo por grupo. Se detectaron interacciones de tiempo por grupo significativas para la prueba de stand-and-reach en favor del grupo de CSTU (2%, $f=0,54$). El entrenamiento de fuerza del core resultó aumentar significativamente factores de la condición física en adolescentes. Sin embargo, CSTU sólo tuvo efectos adicionales limitados en comparación con CSTS (prueba de stand-and-reach). En consecuencia, si el objetivo de entrenamiento es mejorar la condición física, entonces CSTU tiene alguna ventaja más que CSTS. En conclusión, los resultados de este estudio muestran que el entrenamiento de fuerza del core es una modalidad factible (tasa de adherencia $\geq 81\%$) y segura (no se produjeron lesiones) que provoca un notable incremento de la salud y los componentes relacionados con el fitness en personas jóvenes.

Mejora de la tolerancia a la fatiga periférica por el sistema nervioso central tras el entrenamiento de resistencia

Improved tolerance of peripheral fatigue by the central nervous system after endurance training

Zghal F, Cottin F, Kenoun I, Rebaï H, Moalla W, Dogui M, Tabka Z, Martin V
Eur J Appl Physiol 115(7): 1401-15, 2015

La fatiga muscular es una disminución, relacionada con el ejercicio, de la fuerza máxima voluntaria o la potencia de un músculo o grupo muscular que está asociada con un incremento de la sensación de esfuerzo percibido al realizar una tarea. El descenso de la fuerza máxima voluntaria envuelve procesos a todos los niveles de la vía motriz, desde el cerebro hasta el músculo esquelético. Las estrategias usadas para estudiar la fatiga son evaluar los factores centrales (nerviosos) y periféricos (musculares) y su contribución a la fatiga neuromuscular. Los objetivos de este estudio fueron evaluar los efectos del entrenamiento de resistencia en la plasticidad de la fatiga central y analizar la evolución temporal de la recuperación de dicha fatiga. Los investigadores compararon un grupo control con un grupo que realizó un entrenamiento de resistencia durante 8 semanas. Dicho entrenamiento consistió en contracciones isométricas y concéntricas de baja-intensidad con alto número de repeticiones. Antes y después del periodo de entrenamiento, la función neuromuscular de la extensión de rodilla fue evaluada. Se midió la contracción voluntaria máxima (MVC) de la electricidad del nervio periférico (VA_{PNS}) y de las estimulación magnéticas transcraneal (VA_{TMS}), la amplitud de la contracción nerviosa potenciada (Pt), y electromiografía (EMG) evocada [potenciales motores evocados, período de silencio cortical (CSP)] y voluntaria. El período de entrenamiento provocó un incremento por triplicado ($p < 0.05$) de la duración del ejercicio y del retraso de la aparición de la fatiga central, como se comprobó por la ausencia de modificación de VA_{PNS} , VA_{TMS} y CSP. La magnitud y recuperación de la fatiga central tras el período de entrenamiento no sufrió cambios respecto al pre-entrenamiento, sin embargo, la reducción de Pt fue mayor que antes del entrenamiento (-52.3 ± 19.7 vs. -33.7 ± 28.0 %; $p < 0.01$). Los investigadores concluyeron que la fatiga central se adapta parcialmente al entrenamiento de resistencia. Esta adaptación principalmente se traduce en una mejora de la tolerancia a la fatiga periférica por el sistema nervioso central.

Entrenamiento en altura en nadadores de élite y su rendimiento a nivel del mar (Proyecto Altitud)

Altitude training in elite swimmers for sea level performance (Altitude Project)

Rodríguez FA, Iglesias X, Feriche B y col
Med Sci Sports Exerc 47(9): 1965-78, 2015

El objetivo de este estudio fue investigar los efectos sobre el rendimiento en natación en 4 tipos de intervenciones diferentes de entrenamiento durante la temporada: viviendo y entrenando en altitud moderada durante 3 y 4 semanas, viviendo en altitud y entrenando en altitud y a nivel del mar durante 4 semanas, y viviendo y entrenando a nivel del mar durante 4 semanas. 54 nadadores de élite divididos no aleatoriamente en estos grupos completaron pruebas de 50 y 400 metros de crol (TT50, TT400), y 100 m si eran velocistas ó 200 metros si no lo eran (TT100 o TT200). Se tomó la mejor marca realizada en las pruebas. Se tomaron medidas del VO₂max, frecuencia cardíaca y la masa de hemoglobina antes de la intervención (PRE) e inmediatamente después (POST) y se repitieron una vez cada semana cuando volvieron al nivel de mar durante 4 semanas (POST1 a POST4). No hubo mejoras en el TT100 o TT200 inmediatamente tras la intervención (POST) entre los grupos, sin embargo estos mejoraron aproximadamente un 3.5% en POST1, independientemente de vivir y entrenar en altura o a nivel del mar. El grupo que vivió en altura y entrenó en altura y a nivel del mar lograron una mayor mejoría respecto a los otros dos grupos (5.3%) en el POST2 y en el POST4 (6.3%) después de la intervención. Este grupo también mejoró más en las pruebas TT400 y TT50 respecto a los otros dos grupos en el POST2 (4.2% y 5.2%, respectivamente) y en el POST4 (4.7% y 5.5%, respectivamente). Esta mejora del rendimiento no está vinculada de forma lineal a los cambios en el VO₂max o en la masa de hemoglobina. Las conclusiones del estudio sugieren que un programa de entrenamiento bien implementado de 3 ó 4 semanas puede empeorar el rendimiento justo al acabar la intervención. Sin embargo mejora notablemente el rendimiento en nadadores de elite después de un período de recuperación a nivel del mar. Vivir en altura y entrenar en altura y a nivel del mar durante 4 semanas mejora el rendimiento en natación más que vivir y entrenar solo en la altura o vivir y entrenar solo a nivel del mar. Esta mejora se debe a mecanismos complejos que involucran a los efectos del entrenamiento en altitud y a nivel del mar.

Entrenamiento interválico de alta intensidad con vibración como intervalos de descanso atenúa la atrofia de fibras y previene el descenso del rendimiento anaeróbico

High-intensity interval training with vibration as rest intervals attenuates fiber atrophy and prevents decreases in anaerobic performance ([pdf original](#))

Mueller SM, Aguayo D, Zuercher M y col
PLoS One 10(2): e0116764, 2015

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT) es muy eficiente en la mejora de la capacidad cardiovascular y función aeróbica. Independientemente de la duración de los intervalos el HIT mejora el metabolismo oxidativo, reduciendo al mismo tiempo la proporción de cadenas pesadas de miosina IIX (fibras IIX). Estas adaptaciones mejoran la resistencia aeróbica. La aplicación de HIT y las adaptaciones fisiológicas logradas pueden sin embargo reducir la capacidad y rendimiento anaeróbico. De hecho se ha comprobado que solo 4 semanas de aplicación de HIT lleva a reducir el tiempo hasta la fatiga por encima de la potencia crítica (W'), hecho que para muchos deportes puede perjudicar al rendimiento. Los autores de este estudio propusieron la utilización de vibración (plataforma vibratoria) en los descansos de los intervalos para atenuar el descenso de la capacidad anaeróbica. El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos de reemplazar el periodo de descanso activo entre intervalos por vibración durante un protocolo de 4x4 min. Participaron 33 sujetos jóvenes físicamente activos que fueron asignados aleatoriamente a diferentes grupos: HIT convencional (4x4), HIT con 3 min de vibración a 18 Hz (HIT-18) o 30 Hz (HIT-30) en lugar de reposo activo, y un grupo al que solo se administró vibración (C-30). Los resultados después de 8 semanas de entrenamiento mostraron un descenso del W' (-14,3%, momento máximo voluntario (-8,6%), tasa de desarrollo de la fuerza (-10,5%), potencia máxima de salto (-6,3%) y área de fibras tipo Ila (-6,4%), solo en el grupo que aplicó HIT convencional. La potencia crítica, el VO_{2pico} , gasto cardiaco máximo y relación capilares/fibra muscular, aumentaron significativamente después de HIT, HIT-18 y HIT-30, sin diferencias entre grupos. En los grupos que aplicaron HIT se produjo un descenso del área de sección de las fibras Ila (atrofia), reduciendo con ello la fuerza aplicada. Los autores sugieren que la vibración previno el descenso de la capacidad y rendimiento anaeróbico asociado al HIT, sin interferir en las adaptaciones aeróbicas. Por lo tanto, los ciclistas de competición y otros atletas de resistencia aeróbica podrían beneficiarse de reemplazar los intervalos de descanso activo en el HIT, por un protocolo de vibración.

Términos “Aeróbico” y “Anaeróbico” usados en fisiología del ejercicio: una reflexión crítica sobre la terminología

“Aerobic” and “Anaerobic” terms used in exercise physiology: a critical terminology reflection ([pdf original](#))

Chamari K, Padulo J

Sports Medicine – Open 1:9, 2015

El propósito de este artículo de Opinión Actual es centrarse en el uso apropiado en la medicina deportiva de los términos ejercicio “aeróbico” y “anaeróbico”, para tratar de unificar su empleo entre los entrenadores/atletas y los científicos del deporte. A pesar de la alta calidad de la mayoría de las investigaciones, los términos aeróbico/anaeróbico continúan siendo usados de forma inapropiada por algunos investigadores en las ciencias del ejercicio. Hasta finales de 2014, por ejemplo, 14.883 y 6.136 artículos fueron citados en PubMed, en el campo de las “ciencias del ejercicio”, usando las palabras “aeróbico” o “anaeróbico”, respectivamente. En este sentido, algunos autores todavía usan incorrectamente estos términos. Por ejemplo, creemos que es erróneo clasificar un esfuerzo como “ejercicio anaeróbico láctico” cuando otras vías metabólicas están también involucradas simultáneamente. Se ha demostrado ampliamente que la contribución de una vía metabólica depende principalmente tanto de la intensidad del ejercicio como de la duración. Por lo tanto, nuestra intención es clarificar detalladamente este punto crucial y simplificar esta terminología para los entrenadores y los científicos del deporte. En este sentido, se ha discutido en varios artículos de investigación con respecto a la terminología usada para describir la vía metabólica activa predominante en ejercicios de diferentes duraciones y la simplificación extrema que esto sugiere. En conclusión, sugerimos que los científicos del deporte y los participantes en este ámbito deberían usar los siguientes términos para los esfuerzos máximos (“*all-out*”) basados en la duración del ejercicio: (a) “Esfuerzos explosivos” (duración de hasta 6 s, con predominio de la “vía metabólica de los fosfágenos”); (b) “Esfuerzos de alta intensidad” (esfuerzos consensuados entre >6 s y 1 min, con predominio de la “vía glucolítica”), y (c) “Esfuerzos intensos de resistencia” (para periodos de ejercicio mayores a 1 min, con predominio de la “vía de la fosforilación oxidativa”).

Efectos de la hiperventilación hipocápnica voluntaria sobre la respuesta metabólica durante un test anaeróbico de Wingate

Effect of voluntary hypocapnic hyperventilation on the metabolic response during Wingate anaerobic test

Fujii N, Tsuchiya SI, Tsuji B, Watanabe K, Sasaki Y, Nishiyasu T
Eur J Appl Physiol 115(9): 1967-74, 2015

Durante el ejercicio submáximo, la hipocapnia inducida por la hiperventilación voluntaria puede reducir el flujo de sangre muscular y con ello el aporte de oxígeno a los músculos activos. En línea con estos hallazgos, la hipocapnia se ha asociado con una disminución en el incremento de la tasa metabólica aeróbica que ocurre normalmente en el inicio de un ejercicio submáximo. Sin embargo, no se sabe bien si la hipocapnia también atenúa la tasa de metabolismo aeróbico durante un ejercicio anaeróbico (ej. Test de Wingate, WAnT). Por otra parte, la hipocapnia no parece afectar el rendimiento en un test WAnT, lo que indica que si la hipocapnia reduce la tasa de metabolismo aeróbico durante WAnT sin afectar el rendimiento, entonces debería haber un aumento compensatorio en la tasa de metabolismo anaeróbico. El objetivo de esta investigación fue valorar la hipótesis de que la hipocapnia alcanzada mediante hiperventilación voluntaria disminuye la tasa de metabolismo aeróbico durante un test de 30 s WAnT sin afectar el rendimiento. Participaron 9 sujetos que realizaron un test de Wingate (30 s) en condiciones control y en hipocapnia provocada por hiperventilación voluntaria. Durante los 20 min previos al test de Wingate los sujetos del grupo experimental hiperventilaron (VE: 31 l/min) frente al grupo control que no lo hizo (VE: 14 l/min). Los resultados mostraron que la hiperventilación provocó un descenso significativo de la PETCO₂ de 34,8 a 19,3 mmHg inmediatamente antes del test de Wingate, mientras que en el grupo control la PETCO₂ no se modificó. El VO₂ durante el test de Wingate fue significativamente menor en el grupo de hipocapnia, mientras que los niveles de lactato fueron mayores. No hubo diferencias en el rendimiento durante el test ni el pico de potencia a los 5 s del test, ni en la potencia media mantenida. El mecanismo preciso por el que la hipocapnia induce un menor VO₂ durante el test de Wingate no se conoce. Un mecanismo propuesto es que la hipocapnia desplace la curva de disociación de la hemoglobina a la izquierda lo que afectaría a la saturación de la hemoglobina reduciendo con ello el aporte de oxígeno a los músculos activos. Sin embargo, en este estudio es improbable que sea el principal mecanismo, ya que esos efectos solo duran unos 7 min desde el inicio de la hiperventilación hipocápnica voluntaria. También se ha propuesto un descenso del gasto cardiaco en condiciones de hipocapnia. En resumen, los resultados de este estudio sugieren que en periodo de ejercicio corto (30 s) y de alta intensidad la hipocapnia inducida por hiperventilación voluntaria reduce la tasa metabólica aeróbica sin afectar al rendimiento. Esto implica una elevación compensatoria de la tasa metabólica anaeróbica.

Las mujeres tienen una mitigada respuesta cardiovascular en 1 año de entrenamiento intensivo de resistencia supervisado

Females have a blunted cardiovascular response to 1-year of intensive supervised endurance training

Howden EJ, Perhonen M, Peshock RM y col
J Appl Physiol 119(1): 37-46, 2015

Los estudios transversales realizados en atletas sugieren que el entrenamiento de resistencia aumenta la estructura cardiovascular y funcionan con aparentemente diferentes fenotipos en los hombres y mujeres atletas. Aún no está claro si la respuesta al entrenamiento de resistencia a largo plazo produce adaptaciones cardiovasculares similares entre ambos sexos. En este estudio se ha tratado de determinar si los hombres y las mujeres demuestran adaptaciones cardiovasculares similares en 1 año de entrenamiento de resistencia, para un mismo volumen e intensidad del entrenamiento. Doce hombres con vida previa sedentarias (26 ± 7 , $n = 7$) y mujeres (31 ± 6 , $n = 5$) completaron 1 año de entrenamiento de resistencia progresiva. Todos los participantes se sometieron a una batería de pruebas cada 3 meses para determinar el $VO_2\max$ y la función del ventrículo izquierdo y la morfología. Cateterización de la arteria pulmonar se realizó antes y después de 1 año de entrenamiento, se crearon las curvas de Starling analizando la presión y el volumen durante las disminuciones del llenado cardíaco (mediante presión negativa inclinando el cuerpo) y los incrementos del llenado cardíaco (mediante infusión de solución salina) en el volumen cardíaco. Los varones aumentaron progresivamente el $VO_2\max$, la masa del ventrículo izquierdo y el espesor de la pared, antes de llegar a una meseta de 9 a 12 meses de entrenamiento. Por el contrario, a pesar de realizar exactamente el mismo entrenamiento, la respuesta en las mujeres fue marcadamente mitigada, el $VO_2\max$, la masa del ventrículo izquierdo y la media del espesor de pared se estancaron después de sólo 3 meses de entrenamiento. La respuesta de volumen telediastólico del ventrículo izquierdo no se vio influenciado por el sexo (hombres + 20% y mujeres + 18%). Después del entrenamiento, las curvas de Starling se desplazaron hacia arriba y hacia la izquierda, pero el efecto fue mayor en los hombres ($P = 0,06$). Demostramos por primera vez claras diferencias sexuales en respuesta a 1 año de entrenamiento de resistencia emparejado, de tal manera que el desarrollo de la hipertrofia ventricular y aumento de $VO_2\max$ en las mujeres es mitigado notablemente en comparación con los hombres.

Efectos mecánicos, hormonales y fisiológicos de un programa corto de entrenamiento de fuerza sin llegar al fallo en jugadores de tenis jóvenes

Mechanical, hormonal and physiological effects of a non-failure short-term strength training program in young tennis players ([pdf original](#))

Sarabia JM, Fernández-Fernández J, Juan-Recio C, Hernández-Davó H, Urbán T, Moya M
J Hum Kinet 45: 81-91, 2015

Este estudio examinó el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 6 semanas sin llegar al fallo en jóvenes jugadores de tenis. Veinte jugadores de tenis (edad: 15.0 ± 1 año, altura: 170.9 ± 5.1 cm, masa corporal: 63.3 ± 9.1 kg) fueron divididos en un grupo experimental y otro de control. Pre y post-tests incluyeron medias sentadillas, press de banca, sentadillas con salto, saltos con contramovimiento y lanzamientos laterales de balón. Se recogieron muestras de cortisol en saliva, y se utilizó semanalmente el cuestionario del Perfil de los Estados de Ánimo durante un periodo de adaptación anatómica, un periodo de entrenamiento principal y la semana de afinamiento. Los resultados mostraron que, después del periodo de entrenamiento principal, el grupo experimental mejoró significativamente ($p < 0.05$) la media y el pico de potencia muscular y el número total de repeticiones durante el test de resistencia en media-sentadilla; la fuerza media, la potencia y la velocidad en el test de potencia en media-sentadilla; el Perfil de los Estados de Ánimo (alteración en el estado de ánimo total entre la última semana del periodo de entrenamiento principal y la semana de afinamiento); y la altura en sentadilla con salto y en salto con contramovimiento. Además, se encontraron diferencias significativas entre grupos en los post-tests en el número total de repeticiones, la media y el pico de potencia durante el test de resistencia en media-sentadilla, la velocidad media en el test de potencia en media-sentadilla, la concentración de cortisol en saliva (medidas de referencia, primera y tercera semana del periodo de entrenamiento principal) y en el Perfil de Estados de Ánimo (en la subescala de fatiga: primera y tercera semana del periodo de entrenamiento principal). En conclusión, un protocolo de entrenamiento de fuerza sin llegar al fallo mejoró los niveles de rendimiento del tren inferior y produjo un moderado impacto psicofisiológico en tenistas jóvenes de élite, sugiriendo que es un programa apropiado para mejorar la fuerza. Semejantes protocolos de entrenamiento no aumentan la carga total de entrenamiento de jugadores de tenis y pueden ser recomendados para mejorar la fuerza.



Efectos agudos del estiramiento dinámico en el rendimiento de resistencia en corredores masculinos bien entrenados

Acute effect of dynamic stretching on endurance running performance in well-trained male runners

Yamaguchi T, Takizawa K, Shibata K
J Strength Cond Res 29(11): 3045-52, 2015

El propósito del presente estudio era aclarar el efecto agudo de estiramiento dinámico (DS) en relación con el rendimiento de resistencia de alta intensidad en carrera. Se evaluaron siete corredores masculinos bien entrenados de media y larga distancia en una cinta tras dos tipos de intervención previa. Las intervenciones previas fueron sin estiramiento (NS) y con DS. En la intervención con DS, el DS se realizó en una serie de 10 repeticiones lo más rápido posible para los cinco grupos musculares en las extremidades inferiores. Para la resistencia en carrera, fue evaluado el tiempo que tardaban hasta llegar al agotamiento (TTE) cuantificando la distancia total de ejecución (TRD) durante la carrera a una velocidad equivalente a la captación máxima de oxígeno del 90% (VO₂max) en cada individuo. El consumo de oxígeno (VO₂) durante la carrera se midió como un índice de economía de carrera (RE). El TTE (928,6 ± 215,0 seg) después de la intervención con DS fue significativo ($p < 0,01$) en comparación con la prueba después de NS (785,3 ± 206,2 seg). El TRD (4301.2 ± 893.8 metros) después de la intervención DS también fue significativo ($p < 0,01$) más largo que el NS (3616.9 ± 783.3 metros). Los cambios en el VO₂ durante la carrera, sin embargo, no lo hicieron de forma significativa ($p > 0,05$) entre las intervenciones previas. Los resultados demostraron que el tratamiento DS mejoró el rendimiento de resistencia en carrera a una velocidad equivalente a 90% del VO₂máx en corredores masculinos bien entrenados, aunque no cambió el VO₂. Esta velocidad de ejecución es equivalente a la de una carrera de 3000 o 5000 metros. Este hallazgo sugiere que la realización de DS durante el calentamiento antes de una carrera es eficaz para mejorar el rendimiento.

El pre-condicionamiento isquémico acelera la dinámica de desoxigenación muscular y mejora la resistencia al ejercicio durante un test de esfuerzo

Ischemic preconditioning accelerates muscle deoxygenation dynamics and enhances exercise endurance during the work-to-work test ([pdf original](#))

Kido K, Suga T, Tanaka D y col
Physiol Rep 3(5): e12395, 2015

Se ha demostrado que aplicar una condición isquémica (IPC) antes del ejercicio mejora el rendimiento de ejercicio máximo, sin embargo aún se desconocen los mecanismos potencialmente beneficiosos subyacentes al IPC. La del consumo de oxígeno y la desoxigenación muscular durante el ejercicio se utiliza con frecuencia para evaluar el suministro y extracción de oxígeno al músculo. Este estudio examinó los efectos del IPC sobre la dinámica del oxígeno sistémica y local durante las transiciones de los escalones incrementales de baja a moderada intensidad y de moderada a severa intensidad del ejercicio. Quince varones sanos recibieron instrucciones para realizar la prueba de esfuerzo en cicloergómetro, que fue precedido o bien por la condición control (sin oclusión) o bien por tratamiento de IPC (3 x 5 min, oclusión bilateral de las piernas a > 300 mmHg). La prueba se realizó aumentando gradualmente la intensidad del ejercicio de la siguiente manera: de menor intensidad (30 W durante 3 minutos), de intensidad moderada (en el 90% del umbral de intercambio de gases (GET) durante 4 min), y la intensidad severa (en el 70% de la diferencia entre el GET y VO₂ pico hasta el agotamiento). Durante la prueba de esfuerzo, el consumo de oxígeno y la desoxigenación muscular mediante espectroscopia de infrarrojo se registraron continuamente. El ejercicio de resistencia durante intensidad severa fue significativamente mayor aplicando el tratamiento IPC respecto a la condición control. No se encontraron diferencias significativas en la dinámica del consumo de oxígeno entre los tratamientos. Por el contrario, la dinámica de la desoxigenación muscular en la transición de baja a moderada intensidad fue significativamente más rápido aplicando el tratamiento IPC que en la condición control (27.2 ± 2.9 vs. 19.8 ± 0.9 seg, $P < 0.05$). Los presentes hallazgos mostraron que el IPC acelera la dinámica de desoxigenación del músculo en ejercicio de intensidad moderada y logra una mayor resistencia al ejercicio de intensidad severa durante la prueba. Los efectos de IPC inducidos pueden resultar en una mayor activación mitocondrial en el músculo esquelético tal y como se indica por una extracción de oxígeno más acelerado.



Efectos del entrenamiento y de los valores antropométricos en el rendimiento en carrera de corredores de maratón y 100 km ultramaratón

Effects of training and anthropometric factors on marathon and 100 km ultramarathon race performance ([pdf original](#))

Tanda G, Knechtle B

Open Access J Sports Med 6: 129-36, 2015

Las carreras de maratón (42 km) y ultramaratón (100 km) están aumentando su popularidad, es por ello por lo que se incrementa la necesidad de investigar todas las variables que influyan en este tipo de competiciones. El objetivo del presente estudio fue investigar las posibles asociaciones de las variables antropométricas y de entrenamiento con el rendimiento en este tipo de competiciones de larga distancia. Para evaluar las variables, se obtuvo un gran cohorte de datos antropométricos y de entrenamiento de varios artículos científicos, que tenían como muestra corredores de maratón y ultramaratón (n=169). Las correlaciones entre el tipo de entrenamiento, los índices antropométricos y el rendimiento en la carrera de los sujetos se evaluaron utilizando bivalente y análisis de regresión múltiple. Una combinación de volumen e intensidad en el entrenamiento resultó ser adecuado para la predicción del ritmo de carrera en la maratón y ultramaratón. El papel desempeñado por estas dos variables fue diferente, ya que el volumen de entrenamiento era más importante que la intensidad del ritmo para la predicción de rendimiento en ultramaratón, mientras que lo opuesto se encontró para el rendimiento en maratón. Las características antropométricas en términos de porcentaje de grasa corporal afectan negativamente a ambos grupos. Sin embargo, cuando este factor es relativamente bajo (es decir, menos de 15% de grasa corporal), el rendimiento en ambos se podría predecir únicamente sobre la base de los índices de entrenamiento. La distancia media de entrenamiento semanal recorrida y el ritmo medio de entrenamiento eran variables de predicción claves del rendimiento tanto para maratón como para ultramaratón. Las correlaciones predictivas del rendimiento en carrera se obtienen en los corredores con un porcentaje de grasa corporal relativamente bajo.

Percepción subjetiva del esfuerzo como medio para prescribir y autorregular el entrenamiento interválico: un estudio piloto

Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self regulating interval training: a pilot study ([pdf original](#))

Ciolac EG, Mantuani SS, Neiva CM, Verardi CEL, Pessoa-Filho DM, Pimenta L
Biol Sport 32(2): 103-108, 2015

Diferentes estudios han mostrado que el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT) aplicado en <16 semanas se asocia a mejoras del Fitness cardiorrespiratorio mayores que las obtenidas con el ejercicio de intensidad constante (CME); asimismo otros marcadores cardiometabólicos como la función endotelial, lipoproteínas sanguíneas, glucemia, sensibilidad a la insulina y niveles de insulina en ayunas, marcadores de actividad simpática, rigidez arterial y capacidad oxidativa muscular. La prescripción de este tipo de entrenamiento está basado en la frecuencia cardiaca (HR), VO_2 o umbral ventilatorio obtenidos durante una prueba de esfuerzo cardiopulmonar, lo que requiere equipos costosos. Esta es una limitación que puede reducir el acceso de sujetos a aplicar HIT al no obtener esas variables de control de intensidad. La percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) es una medida simple y barata que está asociada a la HR, VO_2 y umbrales lácticos y ventilatorio. Además, la asociación de RPE con la intensidad de ejercicio permanece estable independientemente del estado de entrenamiento o salud. Hasta la fecha la utilidad de la RPE para prescribir y auto-regular una sesión de HIT no ha sido valorada; así, el objetivo de esta investigación fue analizar la utilidad de la escala RPE para prescribir y autorregular una sesión de HIT comparando la respuesta de la HR y la velocidad desarrollada con una sesión de HIT controlada mediante la frecuencia cardiaca de reserva (HRreserva). Ocho sujetos sanos participaron en este estudio ($27,5 \pm 6,7$ años) realizando una prueba de esfuerzo máxima para determinar la frecuencia cardiaca máxima y frecuencia cardiaca de reserva. Los sujetos realizaron dos sesiones de HIT en orden aleatorio (20 min sobre un tapiz rodante), controlando la intensidad mediante la frecuencia cardiaca (HR: 1 min al 50% alternando con 1 min al 85% HRreserva) o mediante RPE (1 min a nivel 9-11 alternando con 1 min a nivel 15-17). Se comparó la respuesta de la HR y la velocidad corriendo/caminando en todas las fases del HIT, entre la sesión controlada por HR y la controlada por RPE. Los resultados mostraron ausencia de diferencias en la HR entre sesiones, tanto durante la baja intensidad (HR: 135 ± 15 ; RPE: 138 ± 20) como durante la alta intensidad (HR: 168 ± 15 ; RPE: 170 ± 18). Tampoco hubo diferencias entre sesiones en relación a la velocidad de carrera/caminar, ni en baja, ni en alta intensidad. Los resultados sugieren que la RPE constituye una metodología simple y barata para controlar la intensidad del ejercicio durante sesiones de HIT en jóvenes. La principal limitación de este estudio fue el propio diseño, ya que el uso de una única sesión de HIT no establece que los resultados se mantengan a lo largo del periodo de entrenamiento. La segunda limitación fue que solo participaron sujetos sanos, sedentarios y jóvenes, lo que no garantiza que los resultados se repliquen cuando se actúe en sujetos entrenados, mayores de edad o con diferentes patologías.

Respuestas EEG en córtex prefrontal y motor y su relación con los umbrales ventilatorios durante un ejercicio progresivo hasta el agotamiento

Prefrontal and motor cortex EEG responses and their relationship to ventilatory thresholds during exhaustive incremental exercise

Robertson CV, Marino EF

Eur J Appl Physiol 115(9): 1939-48, 2015

El objetivo de este estudio fue medir la respuesta encefalográfica mediante electroencefalograma (EEG) de la corteza prefrontal (PFC) y el córtex motor (MC) durante un ejercicio gradual, y alinear estas respuestas con los parámetros ventilatorios. La actividad EEG en el córtex motor y la corteza prefrontal se midió durante una prueba de esfuerzo incremental (IET) en 11 ciclistas (consumo máximo de oxígeno, VO_{2max} $4,1 \pm 0,74$ L/min). Se les pedía mantener una cadencia entre 80-100 rpm con una resistencia inicial de 30 w/min en cicloergómetro, la cual se incrementaba hasta el agotamiento. Se calcularon las densidades espectrales de potencia EEG para alfa lenta (αS) (8-10 Hz), alfa rápida, (αF) (10-13 Hz), Beta (β) (13-30 Hz), y Gamma (γ) (30-40 Hz). Para obtener los datos de referencia de EEG, se calculó el % de cambio de ojos abiertos (EO) a ojos cerrados (EO), y se realizó un análisis de medidas repetidas de varianza (ANOVA) en las regiones de interés (ROI), tiempo y ancho de banda. Toda la actividad EEG aumentó desde 50% VO_{2max} a umbral ventilatorio (VT) ($P=0,045$) y punto de compensación respiratoria (RCP) ($P=0,019$), disminuyendo el RCP al terminar el ejercicio (END) ($P = 0,04$). Se encontraron diferencias significativas entre las regiones del córtex prefrontal ventrolateral (VLPFC) y MC para ambos en αS y αF . αS y αF aumentaron desde 50% VO_{2max} a RCP ($14,9 \pm 10,2$ a $23,8 \pm 15,5$ y $18,9 \pm 10,6$ a $26,12 \pm 12,7$, respectivamente) y luego disminuyeron en END ($23,8 \pm 15,5$ a $14,4 \pm 10,3$ y $26,1 \pm 12,7$, a $17,7 \pm 8,8$, respectivamente) ($P < 0,01$). Solamente disminuyó significativamente αF en MC del VT al extremo ($P < 0,05$). Hay una disminución en la respuesta EEG ante un estímulo en el PFC después del RCP, mientras que la actividad alfa en el MC se mantiene preferentemente; Por lo tanto, los cambios dentro de la PFC parecen jugar un papel en la finalización de un ejercicio, mostrando la importancia de la RCP para el funcionamiento cerebral durante una IET. Los cambios en la forma de las funciones de PFC con el aumento de la intensidad del ejercicio se traduce potencialmente en una falta de capacidad para mantener el control de arriba hacia abajo, o un aumento importante en el procesamiento de los estímulos no deseados en conjunto con las redes cortico-BG-tálamo-cortical que resulta en la finalización del ejercicio.

¿Es el modelo basado en los umbrales un método superior al que utiliza porcentajes relativos para establecer la intensidad de ejercicio? Un estudio aleatorizado controlado

Is a threshold-based model a superior method to the relative percent concept for establishing individual exercise intensity? A randomized controlled trial ([pdf original](#))

Wolpern AE, Burgos DJ, Janot JM, Dalleck LC
BMC Sports Sci Med Rehabil 7:16, 2015

El fitness cardiorrespiratorio, típicamente determinado por el máximo consumo de oxígeno ($VO_2\max$), es una medida esencial para el fisiólogo del ejercicio y otros profesionales de la salud. La referencia tradicional estándar para prescribir intensidad de ejercicio se expresa habitualmente como porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva (%HRR) o consumo de oxígeno de reserva (% VO_2R). Esta metodología se conoce como “*método del porcentaje relativo*”. El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda una intensidad de ejercicio del 40-59% HRR/ VO_2R para aumentar y mantener el fitness cardiorrespiratorio. Alternativamente se ha sugerido la conveniencia de aplicar un “*modelo basado en umbrales*” en el que la intensidad es seleccionada individualmente en relación a la respuesta metabólica de cada sujeto, igualando la misma independientemente del nivel de fitness de cada individuo. El objetivo de esta investigación fue comparar la efectividad de dos programas de ejercicio para aumentar el fitness cardiorrespiratorio: método del porcentaje relativo vs modelo basado en umbrales. Participaron en el estudio hombres y mujeres aparentemente sanos pero sedentarios, que fueron aleatoriamente distribuidos en un grupo control que no realizó ejercicio, o uno de los dos grupos de entrenamiento. El entrenamiento se realizó 30 min/día, 5 días/semana, durante 12 semanas de acuerdo a las siguientes metodologías: 1) método de porcentaje relativo (40-45% HRR a 60-65% HRR); 2) método basado en umbrales (semanas 1-4 <VT1; semanas 5-8 VT1-VT2; semanas 9-12 > VT2). Los resultados mostraron que después de 12 semanas, el $VO_2\max$ aumentó significativamente en ambos grupos de entrenamiento, aunque ese aumento respondió de manera diferente en ambos grupos de entrenamiento. Así, en el grupo del “*método del porcentaje relativo*” el 41,7% de los individuos obtuvo un cambio significativo en el valor del $VO_2\max$, mientras que en el grupo del “*modelo basado en umbrales*” el 100% de los sujetos aumentó el valor del $VO_2\max$. En definitiva, los autores sugieren que el “*modelo basado en umbrales*” para controlar la intensidad: 1) se asoció con mayores aumentos de $VO_2\max$; y 2) atenuó la variación individual en la respuesta del $VO_2\max$ al entrenamiento, en comparación con el “*método de porcentaje relativo*”. Estos datos se han de tener en cuenta para el diseño de una prescripción individualizada de intensidad de ejercicio que mejore la eficacia de los programas y limite las respuestas limitadas al entrenamiento.

¿Predicen las medidas fisiológicas seleccionadas el rendimiento en los test de CrossFit®?

Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? ([pdf original](#))

Butcher SJ, Neyedly TJ, Horvey KJ, Benko CR
Open Access J Sports Med 6: 241-247, 2015

CrossFit® es un nuevo pero muy popular método de entrenamiento y competición que implica movimientos funcionales constantemente variados realizados a alta intensidad. A pesar de la popularidad de este método de entrenamiento, aún no se ha informado de los determinantes fisiológicos de rendimiento en CrossFit. La competición de CrossFit implica el uso de muchos aspectos de la condición física en un ambiente deportivo, y es posible que el rendimiento se pueda explicar al menos parcialmente por las medidas fisiológicas, lo que tendría consecuencias para dirigir el diseño de programas de entrenamiento. El propósito de este estudio fue determinar si las medidas fisiológicas y/o de fuerza muscular podían predecir el rendimiento en tres de "los entrenamientos del día" (WODs) más comunes. Catorce atletas open o regionales de CrossFit completaron, en días separados, los WODs "Grace" (30 cargadas y enviones cada vez), "Fran" (tres rondas de thrusters y dominadas siguiendo un esquema de 21, 15 y 9 repeticiones), y "Cindy" (20 minutos de rondas de 5 dominadas, 10 flexiones y 15 sentadillas con el propio peso corporal), así como el "CrossFit total" (1 repetición máxima [1RM] de sentadilla con barra en espalda, press de hombros y peso muerto), el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) y el test anaeróbico de potencia de Wingate. El rendimiento en Grace y Fran estuvo relacionado con la fuerza de todo el cuerpo (CrossFit Total) ($r = -0,88$ y $-0,65$, respectivamente) y el umbral anaeróbico ($r = -0,61$ y $-0,53$, respectivamente); sin embargo, la fuerza de todo el cuerpo fue la única variable que perduró en la regresión de predicción para ambos de estos WODs ($R^2 = 0,77$ y $0,42$, respectivamente). No hubo asociaciones significativas o predictores para Cindy. El rendimiento en los WOD de referencia de CrossFit no se puede predecir por VO₂máx, Wingate de potencia, o cualquier otra compensación respiratoria o umbrales anaeróbicos. De los datos medidos, sólo la fuerza de todo el cuerpo puede explicar en parte el rendimiento en Grace y Fran, aunque el umbral anaeróbico también mostró asociación con el rendimiento. Además, debido a la pequeña asociación entre Grace y Fran y los umbrales anaeróbicos, es probable un impacto en el desarrollo de una base aeróbica adecuada sobre el rendimiento de estos WODs, aunque esto probablemente se puede lograr mediante el entrenamiento regular de CrossFit con programación variada. Junto con su entrenamiento típico, los atletas de CrossFit deberían garantizar un nivel adecuado de fuerza y resistencia aeróbica para optimizar el rendimiento en al menos algunos WODs de referencia.

Efectos del ejercicio de resistencia aeróbica realizado por la mañana o por la tarde sobre las respuestas hormonales metabólicas y citoquinas inflamatorias

Effects of acute endurance exercise performed in the morning and evening on inflammatory cytokine and metabolic hormone responses ([pdf original](#))

Kim HK, Konishi M, Takahashi M y col
PLoS One 10(9): e0137567, 2015

Muchos cambios hormonales inducidos por el ejercicio como respuesta aguda (ej. adrenalina y cortisol), tienen efectos inmunomoduladores. El ejercicio estimula la respuesta inmunoendocrina, con efectos sobre el estatus inflamatorio, mediante la activación del sistema nervioso simpático y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. Por otra parte, el sistema circadiano influye en todos los aspectos fisiológicos, incluyendo las funciones endocrinas, nerviosas y del sistema inmune. Recientemente, las citoquinas inflamatorias, incluyendo el factor de necrosis tumoral (TNF- α), IL-6 y IL-1 β han mostrado variaciones diurnas en humanos. Se sabe que la respuesta de las catecolaminas y del cortisol aumenta con el ejercicio de resistencia aeróbica, pero las respuestas son diferentes por la mañana o por la tarde. Se ha demostrado que las catecolaminas están implicadas en los mecanismos de secreción o inhibición de la IL-6, por lo que esta respuesta puede tener diferentes perfiles dependiendo si la sesión de ejercicio se realiza por la mañana o por la tarde. Por las razones anteriores, las respuestas hormonales en diferentes momentos del día pueden contribuir a alterar las respuestas de las citoquinas inflamatorias por medio del ejercicio. El objetivo de esta investigación fue comparar los efectos de una sesión de ejercicio de resistencia aeróbica, realizado por la mañana o por la tarde, sobre las respuestas inflamatorias de las citoquinas. Cuarenta sujetos participaron en el estudio (edad: 24,3 \pm 0,8 años) realizando una sesión de ejercicio en la mañana (0900-1000 h) un día, y por la tarde (1700-1800 h) otro día, con un intervalo entre sesiones de 1 semana. Los sujetos realizaron 60 min caminando al 60% VO₂max sobre un tapiz rodante. Se obtuvieron muestras de sangre antes, inmediatamente después del ejercicio y a las 2 h de finalizar, para analizar concentraciones de hormonas y citoquinas inflamatorias. Los resultados mostraron que la IL-6 y la adrenalina aumentaron sus concentraciones en mayor medida después del ejercicio por la tarde ($p < 0,01$). La concentración de ácidos grasos libres (AGL) fue también más elevada por la tarde que por la mañana a las 2 h de finalizar el ejercicio ($p < 0,05$). Además, se observaron correlaciones significativas entre los niveles de IL-6 inmediatamente después del ejercicio y las concentraciones de AGL 2 h después de finalizar el mismo ($r = 0,68$; $p < 0,01$). Los hallazgos demuestran que el ejercicio de resistencia aeróbica realizado por la tarde aumenta más las concentraciones plasmáticas de IL-6 y de adrenalina en comparación al ejercicio realizado por la mañana. Además, la IL-6 actuó sobre la lipólisis, como muestra el aumento de los AGL 2 h después de finalizar el ejercicio. De estos hallazgos los autores sugieren que el ejercicio realizado por la tarde puede ser más beneficioso, en comparación con la mañana, en la estimulación de la lipólisis.



Predicción de la concentración sanguínea de lactato y el consumo de oxígeno a partir de los datos de EMG durante un ejercicio en cicloergómetro hasta el agotamiento

Predicting blood lactate concentration and oxygen uptake from sEMG data during fatiguing cycling exercise ([pdf original](#))

Razanskas P, Verikas A, Olsson C, Viberg PA
Sensors 15(8): 20480-500, 2015

Se conocen los beneficios de realizar sesiones de alta intensidad en bicicleta, sin embargo si estas sesiones no van acompañadas de una buena recuperación pueden conducir a sobreentrenamiento, aumento del riesgo de lesiones, etc. Así que establecer métodos que puedan evaluar la fatiga de una manera no invasiva y que ajuste los regímenes de entrenamiento para mejorar su calidad cobra especial importancia. La electromiografía de superficie (EMGs) es uno de estos métodos que, aunque se utiliza en la actualidad, tiene discrepancias entre los autores en cuanto a cuáles son las características espectrales de la señal que muestran la fatiga del cuerpo durante el ejercicio en bici. Este artículo presenta un estudio sobre la relación entre las señales electromiográficas del vasto lateral, recto femoral, bíceps femoral y músculo semitendinoso obtenidas durante ejercicios en cicloergómetro hasta el agotamiento, y otras medidas fisiológicas como concentración de lactato sanguíneo y consumo de oxígeno. En contraste con la práctica habitual de elegir una característica particular de la señal, ej: frecuencias media o mediana, se utilizaron múltiples variables para obtener una caracterización de las señales de EMG en el dominio espectral. Basados en estas variables, se construyeron modelos lineales y no lineales para predecir concentraciones de lactato sanguíneo y consumo de oxígeno. Estos resultados mostraron que las frecuencias media y mediana no son las elecciones más óptimas para predecir estas variables fisiológicas en ejercicios dinámicos, ya que no mostraron cambios significativos a lo largo del curso de nuestro protocolo y que solamente se correlacionaron de forma débil con las concentraciones sanguíneas de lactato y el consumo de oxígeno. Sin embargo, la raíz cuadrada media de la señal original y la *diferencia backward*, así como parámetros que describen las colas de distribución de la potencia de EMG fueron las variables más importantes para estos modelos. Los coeficientes de correlación con valores desde $R^2 = 0,77$ a $R^2 = 0,98$ (para el lactato sanguíneo) y desde $R^2 = 0,81$ a $R^2 = 0,97$ (para el consumo de oxígeno), fueron obtenidos usando unas ecuaciones de regresión aleatorias.



Variables que influyen en el rendimiento del triatlón Ironman - ¿Qué ha cambiado en los últimos 35 años?

Variables that influence Ironman triathlon performance - what changed in the last 35 years? ([pdf original](#))

Knechtle B, Knechtle R, Stiefel M, Zingg MA, Rosemann T, Rüst CA
Open Access J Sports Med, 6: 277–290, 2015

La prueba "Ironman Hawaii" cubre 3.8 km nadando, 180 km en bicicleta y 42.195 km corriendo. Es considerada como una de las 12 pruebas de resistencia más duras del mundo. La intención de esta revisión es ofrecer una visión de los hallazgos recientes sobre las variables predictoras potenciales del rendimiento en triatlón Ironman en hombres y mujeres. Se desarrolló una búsqueda de literatura en PubMed usando los términos "Ironman", "triathlon" y "performance". Todos los artículos encontrados fueron buscados para citas relacionadas. Fueron predictivas la edad, la experiencia previa, el sexo, el entrenamiento, el origen, las características antropométricas y fisiológicas, el ritmo y el rendimiento en las disciplinas por separado. Existen diferencias entre sexos para las características antropométricas. La variable predictiva más importante para un tiempo rápido en la carrera de Ironman fue la edad entre 30-35 años (mujeres y hombres), un tiempo personal rápido en la distancia Olímpica del triatlón (mujeres y hombres), un tiempo personal rápido en maratón (mujeres y hombres), volumen alto y velocidad alta en entrenamiento donde el volumen alto fuera más importante que la velocidad alta (mujeres y hombres), baja grasa corporal, bajos pliegues cutáneos y baja circunferencia del brazo (solo en hombres) y origen de los Estados Unidos (mujeres y hombres). Estos hallazgos pueden ayudar a los atletas y entrenadores a planificar la trayectoria para un triatlón Ironman. La edad y la experiencia previa son importantes para encontrar el punto correcto en la vida de un triatleta para cambiar de distancias más cortas de triatlón a la distancia Ironman. Futuros estudios son necesarios para correlacionar características fisiológicas como el consumo de oxígeno máximo con el rendimiento en la carrera Ironman para investigar si estas características tienen valor predictivo potencial, e investigar aspectos socio-económicos en el triatlón Ironman.

No existe beneficio adicional al realizar entrenamiento de sprints repetidos en hipoxia en comparación con normoxia en la capacidad de repetir sprints a nivel del mar

No additional benefit of repeat-sprint training in hypoxia than in normoxia on sea-level repeat-sprint ability ([pdf original](#))

Goods PS, Dawson B, Landers GJ, Gore CJ, Peeling P
J Sports Sci Med 14(3): 681-688, 2015

El entrenamiento 'top-up' es un término utilizado para describir las sesiones de entrenamiento realizadas por los atletas, además de su carga de entrenamiento normal, que comprende por lo general de 1 a 3 entrenamientos por semana de duración reducida diseñados para orientar la mejora del rendimiento en un aspecto específico del deporte (por ejemplo, la capacidad para repetir sprints). Los métodos de entrenamiento 'top-up' en los deportes de equipo han evolucionado para incluir ahora el entrenamiento específico de sprints repetidos, lo que mejora la capacidad de repetir sprints (RSA). También se ha convertido recientemente popular el uso de ambientes de hipoxia para la mejora del rendimiento en deportes de equipo. Para evaluar el impacto del entrenamiento 'top-up' de sprints repetidos en normoxia o hipoxia en la capacidad de repetir sprints a nivel del mar, treinta atletas de deportes de equipo se dividieron aleatoriamente en tres grupos, los cuales fueron emparejados por RSA corriendo, RSA en ciclismo y rendimiento en el test course navette de 20 metros. Dos grupos realizaron 15 sesiones de entrenamiento de sprints máximos repetidos en bici 5 semanas, en condiciones de normoxia (NORM) o hipoxia (HYP), mientras que un tercer grupo actuó como control (CON). En la prueba RSA de ciclismo post-entrenamiento, tanto NORM (13,6%; $p = 0,0001$, y 8,6%; $p = 0,001$) como HYP (10,3%; $p = 0,007$, y el 4,7%; $p = 0,046$) mejoraron significativamente la potencia media general y pico, respectivamente, mientras CON no cambió (1,4%; $p = 0,528$, y -1,1%, $p = 0,571$, respectivamente); con sólo NORM demostrando un efecto moderado para mejorar la potencia media y pico en comparación con CON. RSA de carrera no mostró diferencias significativas entre los grupos; sin embargo, los tiempos medios de sprint mejoraron significativamente del pre al post-entrenamiento para CON (1,1%), NORM (1,8%) e HYP (2,3%). Finalmente, no hubo diferencias entre los grupos en el test course navette de 20 metros. En conclusión, el entrenamiento 'top-up' mejoró el rendimiento en una actividad específica de la tarea (por ejemplo, bicicleta); sin embargo, no hay ningún beneficio adicional de llevar a cabo este entrenamiento 'top-up' en hipoxia, ya que el ciclo de RSA mejoró de manera similar en ambas condiciones HYP y NORM. Este resultado coincide con otras dos investigaciones de entrenamiento de sprints repetidos en hipoxia en deportes de equipo, que encontró igualmente mejorada la RSA a nivel del mar. En cualquier caso, el entrenamiento 'top-up' no tuvo un impacto significativo en la RSA de carrera, por lo tanto, el uso del ciclo del entrenamiento de sprints repetidos debe ser rechazado para los atletas de deportes de equipo debido a las limitaciones en la especificidad.

Cambios en los aminoácidos libres en el suero y fatiga muscular experimentada durante un triatlón medio-ironman

Changes in serum free amino acids and muscle fatigue experienced during a half-ironman triathlon ([pdf original](#))

Areces F, González-Millán C, Salinero JJ y col
PLoS One 10(9): e0138376, 2015

El objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre los cambios de los niveles de aminoácidos libres en el suero y las variables de rendimiento físico durante un triatlón medio-ironman. Los autores partieron bajo la hipótesis de que los triatletas con una mayor reducción de los niveles de BCAA en el suero sanguíneo tendrían un mayor daño muscular y fatiga durante la carrera. También establecieron la hipótesis de que los triatletas con un mayor ratio triptófano/BCAA reduciría el rendimiento durante la carrera de acuerdo a la teoría de la "fatiga central por triptófano-5HT". Para comprobar estas hipótesis los investigadores analizaron marcadores sanguíneos de daño muscular y niveles de BCAA séricos, además de niveles en suero de creatina kinasa, en 27 participantes en un triatlón medio-ironman de competición antes y después del mismo. Además, también analizaron el tiempo de carrera y los test de salto contrabalanceado y fuerza isométrica máxima antes y después de la carrera, como variables de rendimiento. El tiempo total de carrera fue de 320 ± 37 min. LA altura del salto y la fuerza isométrica máxima se redujeron un $-16.3 \pm 15.2\%$ y un $-14.9 \pm 9.8\%$ después de la carrera, respectivamente ($P < 0.05$). En cuanto a los niveles en suero, los de creatina kinasa aumentaron $368 \pm 187\%$ ($P < 0.05$). En cambio, los de aminoácidos esenciales y no esenciales se redujeron una media de un 26 % ($P < 0.05$). El ratio triptófano/BCAA aumentó un $42.7 \pm 12.7\%$ después de la carrera. Por último, los varoles de aminoácidos libres en el suero después de la carrera no correlacionaron con las variables de rendimiento ni con los niveles de creatina kinasa en sangre. Aunque la realización de un triatlón medio-ironman reduce los niveles de BCAA en suero un 20% y el ratio triptófano/BCAA aumenta, estos cambios no se vieron relacionados la fatiga o el daño musculares durante la carrera.



Cadencia de pedaleo como determinante importante en el consumo de oxígeno durante el ejercicio en cicloergómetro

Pedaling rate is an important determinant of human oxygen uptake during exercise on the cycle ergometer ([pdf original](#))

Formenti F, Minetti AE, Borrani F
Physiol Rep 3(9): e12500, 2015

La estimación del consumo de oxígeno (VO₂) durante el ejercicio se utiliza a menudo como una alternativa cuando su medición directa no es factible. El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) sugiere estimar el VO₂ durante el ejercicio en cicloergómetro a través de una ecuación que considera la masa corporal y el ritmo de trabajo individual externo, pero no la cadencia de pedaleo (PR). La hipótesis de este estudio sugiere que la inclusión de la PR en la ecuación del ACSM mejoraría la precisión de la predicción del VO₂. En la muestra, participaron diez hombres sanos (n=10, edad 19-48 años), de los cuales se obtuvo su estado estable de VO₂ y en un cicloergómetro durante 16 combinaciones de tasas externas de trabajo (0, 50, 100 y 150 W) y PR (50, 70, 90, y 110 rpm). El VO₂ se calculó por medio de una nueva ecuación que tenía en cuenta la PR, y por la ecuación del ACSM para la comparación. Los datos cinemáticos fueron recolectados por medio de un sistema de análisis de movimiento 3D de infrarrojos con el fin de explorar los determinantes mecánicos del VO₂. Como resultado, incluyendo PR en la ecuación ACSM se mejoró la precisión de la predicción del VO₂ submáximo durante el ejercicio (sesgo 1,9 vs. 3,3 ml O₂/kg/min) pero no afecta a la precisión de la predicción de VO₂ máximo (P> 0,05). Tras la confirmación de la validez de esta nueva ecuación, los resultados fueron replicados con datos reportados de la literatura en 51 participantes. Llegamos a la conclusión de que la PR es un determinante importante del VO₂ durante el ejercicio en cicloergómetro, y se debe considerar la hora de predecir el consumo de oxígeno.

Estrategias para mejorar la economía de carrera

Strategies to improve running economy

Barnes KR, Kilding AE
Sports Med 45(1): 37-56, 2015

La Economía de Carrera (EC) ha sido identificada como el factor crítico contribuyente al rendimiento en carreras de resistencia. El estado estable de consumo de oxígeno para una velocidad de carrera dada, que normalmente hace referencia a la EC, refleja la energía demandada para correr a una velocidad submáxima constante. Varias estrategias pueden contribuir potencialmente a mejorar la EC a través de respuestas adaptativas metabólicas, cardiorrespiratorias, biomecánicas y neuromusculares. En esta reciente revisión actualizada se examinan varias estrategias de entrenamiento que han sido probadas para mejorar esta capacidad. El historial y volumen de entrenamiento han sido sugeridos como factores importantes en la mejora de la EC, así como el entrenamiento de cuestas, el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (especialmente cercano a zonas máximas o supramáximas de intensidad), a través de variaciones en la frecuencia, duración, volumen y periodización. Más actualmente, las investigaciones han demostrado que el entrenamiento de fuerza periodizado y el entrenamiento pliométrico (EP) y de fuerza explosiva pueden desencadenar también amplias mejoras en la EC, gracias a las adaptaciones neuromusculares producidas. Se sugiere que el entrenamiento de fuerza con cargas altas puede tener más implicación, aunque bien es cierto que la técnica de carrera podría ser mejorada gracias a las adaptaciones producidas en el EP y esto llevar de manera indirecta al desarrollo de la EC. No se ha podido asegurar las mejoras en el reclutamiento muscular mediante estos tipos de trabajo de fuerza ni su transferencia a un incremento en los patrones de reclutamiento de fibras en el gesto de carrera debido a que las mediciones se han limitado a evaluar parámetros indirectos (potencia en salto, tiempos de contacto con el suelo...). Métodos directos como la EMG serán necesarios para futuras investigaciones en este campo. Parece que existe un grado óptimo entre flexibilidad y stiffness muscular y tendinosa requerido para maximizar la EC, de modo que el entrenamiento de la flexibilidad podría conducir a la prevención de lesiones pero no así a la EC a partir de cierto punto. Parece claro que intervenciones desde el entrenamiento afectan a la EC. Los investigadores deberían concentrar sus investigaciones en un mayor entendimiento en los tipos y mecanismos que afectan a la misma, así como a los factores que pueden modificarla desde la práctica y fuera de los laboratorios.

Los efectos de entrenar con zapatillas de correr minimalistas sobre la economía de carrera

The effect of training in minimalist running shoes on running economy ([pdf original](#))

Ridge ST, Standifird T, Rivera J, Jonhson AW, Mitchell U, Hunter I
J Sports Sci Med 14(3): 643-7, 2015

En los últimos años correr con zapatillas minimalistas se está convirtiendo en una moda muy popular. El objetivo de las zapatillas minimalistas es simular la carrera descalzos, que según los defensores de las mismas, es la forma original en la que el hombre empezó a correr. La cantidad de tiempo que la gente puede correr a una determinada velocidad depende de muchos factores, entre ellos, la economía de carrera, que está en parte determinada por la habilidad de los músculos de almacenar y liberar energía elástica. Si el cuerpo puede usar el oxígeno de forma más efectiva en almacenar y liberar la energía elástica, los atletas deberían ser capaces de correr más rápido durante periodos de tiempos más largos. El objetivo de este estudio fue examinar los efectos de la carrera con zapatillas minimalistas sobre el consumo de oxígeno durante la carrera antes y después de 10 semanas de un periodo de transición desde las zapatillas de correr tradicionales a las minimalistas. 25 corredores recreacionales (sin experiencia previa con zapatillas minimalistas) llevaron a cabo un test submáximo de VO_2 a una velocidad determinada llevando puestas zapatillas tradicionales y zapatillas minimalistas. 10 de los 25 corredores hicieron una transición gradual a las zapatillas minimalistas durante 10 semanas (grupo experimental), mientras que los otros 15 corredores mantuvieron su régimen de entrenamiento habitual (grupo control). Todos los participantes repitieron el test submáximo de VO_2 tras las 10 semanas de transición. Los tests incluyeron 3 minutos de calentamiento, 3 minutos de carrera con el primer par de zapatos y 3 minutos de carrera con el segundo par de zapatos. El orden de los zapatos fue aleatorizado. La media de consumo de oxígeno fue calculado durante el último minuto de carrera en cada condición. La media del cambio desde pre- a post-entrenamiento para el grupo control durante el test con zapatillas tradicionales y minimalistas tuvo una mejora del $3,1 \pm 15,2\%$ y del $2,8 \pm 16,2\%$, respectivamente. El cambio medio desde pre- a post-entrenamiento para el grupo experimental durante el test en zapatillas tradicionales y minimalistas tuvo una mejora del $8,4 \pm 7,2\%$ y del $2,8 \pm 16,2\%$, respectivamente. Los datos fueron analizados usando un ANOVA de medidas repetidas de dos factores. No hubo efectos de interacción significativos, pero la mejora general en la economía de carrera a lo largo del tiempo ($6,15\%$) fue significativa ($p=0,015$). Correr con zapatillas de correr minimalistas mejora la economía de carrera en corredores experimentados con calzado tradicional, pero esta mejora no fue más significativa que la obtenida corriendo con zapatillas tradicionales. Las mejoras en la economía de carrera en ambos grupos, a pesar del tipo de zapatilla utilizada, pueden haberse debido a las adaptaciones propias del entrenamiento durante las 10 semanas de estudio y/o a la familiarización con los tests.

Pequeños e inconsistentes efectos de la plataforma vibratoria en el rendimiento deportivo: revisión sistemática y meta-análisis

Small and inconsistent effects of whole body vibration on athletic performance: a systematic review and meta-analysis ([pdf original](#))

Hortobágyi T, Lesinski M, Fernandez-Del-Olmo M, Granacher U
Eur J Appl Physiol 115(8): 1605-25, 2015

El presente estudio cuantifica los efectos agudos y crónicos de la vibración de cuerpo completo en el rendimiento deportivo o sus mediciones indirectas en atletas de competición y/o de élite. Con los datos obtenidos, se realizó una revisión sistemática de la literatura y un meta-análisis ($n = 628$ atletas). Tras el análisis de los estudios seleccionados, se pudo observar que el entrenamiento vibratorio combinado con ejercicio tuvo un efecto agudo en general el 0,3% en fuerza máxima voluntaria del cuádriceps (-6,4%, tamaño del efecto = -0,43, 1 estudio), potencia de piernas (4,7%, media ponderada del tamaño del efecto = 0,30, 6 estudios), flexibilidad (4,6%, tamaño del efecto = -0,12 a 0,22, 2 estudios), y rendimiento deportivo (-1,9%, media ponderada del tamaño del efecto = 0,26, 6 estudios) en 191 atletas ($n = 191$, 103 varones, 88 mujeres) que representan a ocho deportes (tamaño del efecto global = 0,28). El entrenamiento vibratorio combinado con ejercicio tuvo un efecto crónico en general el 10,2% de la fuerza máxima voluntaria del cuádriceps (14,6%, media ponderada del tamaño del efecto = 0,44, 5 estudios), potencia de piernas (10,7%, media ponderada del tamaño del efecto = 0,42, 9 estudios), flexibilidad (16,5%, tamaño del efecto = 0,57 a 0,61, 2 estudios), y rendimiento deportivo (-1,2%, media ponderada del tamaño del efecto = 0,45, 5 estudios) en 437 atletas ($n = 437$, 169 varones, 268 mujeres; tamaño del efecto global = 0,44). El entrenamiento vibratorio tiene pequeños e inconsistentes efectos agudos y crónicos en el rendimiento deportivo en atletas de competición y/o de élite. Estos resultados llevan a la hipótesis de que los procesos de adaptación neuromusculares tras el entrenamiento vibratorio no son lo suficientemente específicas para mejorar el rendimiento deportivo. Por lo tanto, se recomiendan otros tipos de programas de ejercicios (por ejemplo, entrenamiento de resistencia) si el objetivo es mejorar el rendimiento deportivo.

Contribución de sistemas energéticos en un test máximo incremental: correlaciones con la velocidad y el rendimiento en 10 km de carrera

Energy system contribution in a maximal incremental test: correlations with pacing and overall performance in a 10-km running trial ([pdf original](#))

Damasceno MV, Pasqua LA, Lima-Silva AE, Bertuzzi R
Braz J Med Biol Res 48(11): 1048-54, 2015

Diferentes estudios han mostrado que el metabolismo aeróbico es predominante en eventos de diferentes distancias de carrera. En pruebas ciclistas contrarreloj la contribución aeróbica aumenta desde el inicio al final de la prueba, mientras que el metabolismo anaeróbico es importante en las secciones medias y finales de las pruebas contrarreloj. Los autores hipotetizaron que la contribución de los sistemas energéticos está correlacionada con la velocidad en los diferentes sectores de una contrarreloj (inicio, medio, final) y la contribución del sistema glucolítico está muy relacionada con la parte final de la prueba. El objetivo de esta investigación fue estudiar la relación entre las contribuciones relativas de los sistemas aeróbico y glucolítico en un test máximo incremental (IET), con el rendimiento y la velocidad de carrera en diferentes sectores de una prueba contrarreloj de 10 k corriendo. Trece corredores aficionados completaron un test máximo incremental en tapiz rodante para determinar el punto de compensación respiratoria (RCP), VO_2 max y velocidad pico (PTS), además de la contribución de los sistemas de energía. Se realizó igualmente un test de 10 k (T10-k) corriendo como indicador de rendimiento. Las contribuciones energéticas aeróbica (W_{aer}) y glucolítica (W_{gluc}) fueron calculadas en cada escalón del test de esfuerzo en base al VO_2 y los equivalentes respiratorios derivados de la acumulación de lactato. La demanda metabólica total (W_{total}) fue la suma de los dos sistemas energéticos. Los resultados mostraron que el rendimiento durante T10-k fue moderadamente correlacionado con RCP, VO_2 max y PTS ($p < 0,05$), y moderada/alta con W_{aer}, W_{gluc} y W_{total} ($p < 0,05$). Además, W_{aer}, W_{gluc} y W_{total} fueron también significativamente correlacionados con la velocidad de carrera en los sectores medio y final del T10-k. Estos hallazgos sugieren que la valoración de la contribución energética durante los test de esfuerzo incrementales máximos es potencialmente útil como una variable alternativa en la evaluación de corredores de resistencia aeróbica, especialmente debido a su relación con el rendimiento en distintos sectores de las pruebas de larga distancia.

Riesgo del síndrome de la tríada de la atleta femenina en atletas de ultra maratón

Ultra-marathon athletes at risk for the female athlete triad ([pdf original](#))

Folscher LL, Grant CC, Fletcher L, Janse van Rensburg DC
Sports Med Open 1(1): 29, 2015

La participación de las mujeres en todo el mundo en los eventos de ultra resistencia puede colocarlas en situación de riesgo de sufrir la tríada de la atleta femenina (FAT). FAT es un síndrome que involucra una interacción entre la baja disponibilidad energética, la disfunción menstrual y la alteración de la densidad mineral ósea. Los objetivos del estudio fueron establecer el conocimiento acerca de la tríada, la aparición de los desórdenes alimenticios y el riesgo de tríada entre las participantes del evento Maratón de 89 km de Comrades en 2014. Se realizó una encuesta utilizando el cuestionario "Low Energy Availability in Females" (LEAF-Q) y el cuestionario "Female Athlete Screening Tool" (FAST) en las mujeres participantes con el fin de determinar el riesgo. Además, las atletas rellenaron siete preguntas relacionadas con la tríada con el fin de determinar los conocimientos de éstas sobre la tríada. Se pidió a las atletas completar el cuestionario anónimo después de obtener el consentimiento informado escrito mientras esperaban en las colas de registro del evento. Los análisis estadísticos incluyeron el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson, pruebas chi-cuadrado y tabulaciones cruzadas para evaluar las asociaciones de interés. El conocimiento de la tríada fue pobre, un 92,5% de las participantes no había oído hablar de la tríada antes y la mayor parte que sí tenía los conocimientos, los recibió en la escuela o la universidad. Sólo tres atletas fueron capaces de nombrar los 3 componentes de la tríada. La amenorrea fue el componente más comúnmente recordado mientras que cinco participantes fueron capaces de nombrar el componente de baja densidad mineral ósea. De las 306 atletas incluidas en el estudio, el 44,1% se encuentra en situación de riesgo de sufrir la tríada de la atleta femenina. Un tercio de las participantes demostró comportamientos de desorden alimenticio con casi la mitad de informes revelando conductas alimentarias restrictivas. Existe una asociación significativa entre las atletas en riesgo de tríada de acuerdo con el LEAF-Q y aquellas con trastornos de la alimentación ($\chi^2(1) = 8,411$, $p = 0,014$), pero ninguna asociación (o interacción) entre el conocimiento de la tríada y la categoría (en riesgo/sin riesgo) de la puntuación LEAF-Q ($\chi^2(1) = 0,004$, $p = 0,949$). Más atletas de lo esperado están en riesgo de tríada en los grupos con trastornos alimenticios clínicos y sub-clínicos bajo la hipótesis nula de no asociación. Sólo el 7,5% de las corredoras del Maratón de Comrades sabía acerca de la tríada a pesar de que el 44,1% estaba en un alto riesgo de sufrirla. Por lo tanto, los programas de educación y detección dirigidos a estas atletas están obsoletos y el screening previo debería ser obligatorio. Las atletas posmenopáusicas están particularmente en alto riesgo de grandes pérdidas de masa ósea si experimentan la deficiencia crónica de energía y por lo tanto requieren de atención especial.



Adaptaciones cardiorrespiratorias durante entrenamiento concurrente aeróbico y de fuerza en hombres y mujeres

Cardiorespiratory adaptations during concurrent aerobic and strength training in men and women ([pdf original](#))

Schumann M, Yli-Peltola K, Abbiss CR, Häkkinen K
PLoS One 10(9): e0139279, 2015

Típicamente la combinación de entrenamientos de fuerza y resistencia aeróbica en el mismo programa de entrenamiento da como resultado una limitación del desarrollo de la fuerza e hipertrofia muscular, cuando el periodo de entrenamiento es prolongado. Sin embargo, solo un estudio ha sugerido que el $VO_2\text{max}$ puede estar también comprometido después de 20 semanas de entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia aeróbica en hombres, mientras que la mayoría de los estudios no observaron limitaciones en el $VO_2\text{max}$ con el entrenamiento concurrente. Este estudio investigó los efectos del entrenamiento de resistencia aeróbica (semanas 1-7: intensidad umbral aeróbico; semanas 8-12 HIIT; semanas 13-20: aumento volumen e intensidad) seguido de entrenamiento de fuerza (ES) (progresión de 2-4 series de 15-20 rep al 40-60% 1RM hasta 2-5 series de 3-5 repeticiones al 85-95% 1RM), el orden inverso al anterior (SE) y entrenamiento concurrente de resistencia aeróbica y fuerza realizado en días alternantes (AD) sobre variables cardiorrespiratorias. Se valoraron el $VO_2\text{pico}$ y VO_2 en cargas submáximas ($VO_2\text{submax}$) de 50 y 175 W en hombres, y 50 y 125 W en mujeres durante un test incremental en cicloergómetro, realizado antes y después de 24 semanas de entrenamiento. Los resultados mostraron que el aumento del $VO_2\text{pico}$ fue estadísticamente mayor en AD (18%) que en ES (7%) y SE (7%). No se observó interacción de grupo estadísticamente significativa para $VO_2\text{submax}$ en hombres, pero en mujeres $VO_2\text{submax}$ fue menor en ES comparado con AD a 75 W ($p=0,027$) y 125 W ($p=0,010$). Estos hallazgos indican que el entrenamiento de resistencia aeróbica y fuerza realizados en días alternantes puede optimizar la mejora del $VO_2\text{pico}$ en ambos sexos, mientras que el entrenamiento ES en mujeres parece optimizar el fitness cardiorrespiratorio a cargas submáximas de intensidad. En resumen, el entrenamiento de fuerza y resistencia aeróbica deben realizarse en días alternos para optimizar la mejora del $VO_2\text{max}$ en hombres y mujeres, mientras que en mujeres el entrenamiento ES parece preferible en la mejora de adaptaciones submáximas al ejercicio.

Intensidad del ejercicio en ciclismo indoor

Exercise intensity during indoor cycling ([pdf original](#))

Barbado C, Foster C, Vicente-Campos D, López-Chicharro J
Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte (epub ahead of print), 2015

El ciclismo indoor es una de las actividades colectivas más populares practicadas en centros deportivos y de fitness. Entre otros factores, la frecuencia cardiaca (FC), el consumo de oxígeno (VO₂), o la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) pueden ser usados como indicadores de intensidad durante el ejercicio aeróbico. Para controlar la intensidad de entrenamiento durante una sesión de ciclismo indoor, el instructor tiene varias herramientas: 1) la cadencia de pedaleo, directamente relacionada con el ritmo de la música; 2) la resistencia de frenado aplicada por el sujeto sobre la bicicleta; 3) la posición sobre la bicicleta; 4) la relación entre los intervalos de carga y de recuperación. Pocos estudios han cuantificado directamente la intensidad de entrenamiento durante la práctica de ciclismo indoor, y la mayoría de las investigaciones publicadas han examinado la respuesta de la FC en un laboratorio simulando una sesión. El objetivo fue cuantificar la intensidad del ejercicio en ciclismo indoor mediante la monitorización de Frecuencia Cardiaca (FC) y Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE). 300 sujetos con experiencia en la práctica realizaron una sesión de ciclismo indoor. La FC media se registró durante la sesión, y en tres fracciones de tiempo: desde el inicio al minuto 15 (FC_{media1}), del minuto 16 al 30 (FC_{media2}), y del minuto 31 al último pico de FC (FC_{media3}). La RPE se midió en el minuto 15 (RPE₁₅), 30 (RPE₃₀), y 45 (RPE₄₅). La FC media fue 144.84 ± 15.59 lpm ($80.9 \pm 8.3\%$ FC_{max} teórica). La FC_{media1}, FC_{media2} y FC_{media3} fueron 135.37 ± 16.50 lpm ($75.68 \pm 8.87\%$ FC_{max} teórica), 148.84 ± 15.85 lpm ($83.21 \pm 8.46\%$ FC_{max} teórica), y 153.79 ± 16.66 lpm ($85.95 \pm 8.72\%$ FC_{max} teórica) respectivamente. RPE₁₅, RPE₃₀ y RPE₄₅ fue 5.39 ± 1.72 , 7.14 ± 1.34 y 7.14 ± 2.44 , respectivamente. FC y RPE mostraron correlación significativa en el minuto 15 ($r=0.336$; $p<0.01$), 30 ($r=0.291$; $p<0.01$), y 45 ($r=0.459$; $p<0.01$). En conclusión, los datos confirman la elevada intensidad cardiovascular a la que se desarrollan las sesiones de ciclismo indoor en una muestra de gran tamaño. Esta intensidad de ejercicio cumple con las recomendaciones de práctica de actividad física actuales para sujetos adultos sanos (ACSM) (18), pudiendo generar beneficiosas adaptaciones cardiovasculares a los sujetos que practiquen con frecuencia esta actividad. Para que el ciclismo indoor sea seguro y efectivo los sujetos practicantes deberían controlar la intensidad de entrenamiento. Para ello, tanto la FC como la RPE son métodos válidos, existiendo una correlación significativa entre ambos. Se recomienda el uso simultáneo de la FC y la RPE por los instructores para obtener el feedback adecuado sobre la intensidad a la que trabajan los sujetos durante el entrenamiento. Tanto los valores absolutos de FC (lpm), como los relativos (%FC_{máx} teórica) son válidos para el control de la intensidad, aunque al ser el ciclismo indoor una actividad grupal, podría ser más apropiado controlar la intensidad mediante los valores relativos de FC.

Tipología de "fatiga" según análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en esquiadores nórdicos de élite

Typology of "fatigue" by heart rate variability analysis in elite nordic-skiers

Schmitt L, Regnard J, Parmentier AL y col
Int J Sports Med 36(12): 999-1007, 2015

Entre las herramientas propuestas para evaluar el nivel de "fatiga" en la rutina diaria, el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca proporciona una evaluación indirecta del control del corazón por el sistema nervioso autónomo, y ha sido destacada como una herramienta teórica prometedora. Este estudio investigó los cambios en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) en esquiadores nórdicos de élite para caracterizar diferentes tipos de "fatiga" en 27 hombres y 30 mujeres estudiados entre 2004 y 2008. Los intervalos R-R se registraron en reposo durante 8 min en decúbito supino (SU), seguido por 7 min de pie (ST). Los parámetros de HRV analizados fueron potencias de frecuencia baja (LF), alta frecuencia (HF), (LF + HF) (ms^2) y frecuencia cardíaca (HR, bpm). En las 1.063 pruebas de HRV realizadas, 172 corresponden a un estado de "fatiga" y la primera se consideró para el análisis. Se identificaron 4 tipos de "fatiga" (F): 1. F(HF(-)LF(-))SU_ST para 42 pruebas: disminución en LFSU (- 46%), HFSU (- 70%), LFST (- 43%), HFST (- 53%) y aumento de HRSU (+ 15%), HRST (+ 14%). 2. F(LF(+))SULF(-) ST durante 8 pruebas: aumento en LFSU (+ 190%) disminución en LFST (- 84%) y aumento en HRST (+ 21%). 3. F(HF(-)SUHF(+)) ST durante 6 pruebas: disminución en HFSU (- 72%) y aumento en HFST (+ 501%). 4. F(HF(+))SU durante sólo 1 prueba con un aumento en HFSU (+ 2.161%) y disminución de la HRSU (- 15%). Los patrones de HRV supino y de pie se modificaron de forma independiente por la "fatiga". Los desplazamientos de los 4 patrones de HRV de la "fatiga" se clasificaron estadísticamente según cambios diferentemente apareados en las 2 posturas. El estado más común se caracteriza por una disminución de todos los parámetros de HRV, pero preocupa principalmente HF con un aumento en HR, tanto en posición supina como de pie; un segundo tipo cuenta con un descenso de LF en posición de pie con un aumento en HR; el tercer tipo disminuyó LF y HF en posición supina junto con un fuerte aumento de HF en posición de pie; en el cuarto tipo, que parece ser excepcional, aparece un fuerte aumento de HF con una disminución de HR en la posición supina. El procesamiento del análisis destacó que las grabaciones obtenidas en la posición de pie proveen información impredecible a partir de la posición supina. Esta caracterización puede ser útil para la comprensión de reordenamientos autonómicos en diferentes condiciones de "fatiga".

Actividad muscular del core, preferencia de ejercicio y esfuerzo percibido durante un ejercicio de core con resistencia elástica versus máquina

Core muscle activity, exercise preference, and perceived exertion during core exercise with elastic resistance versus machine ([pdf original](#))

Vinstrup J, Sundstrup E, Brandt M, Jakobsen MD, Calatayud J, Andersen LL
Scientifica (Cairo) 2015: 403068, 2015

Algunas investigaciones indican que factores tales como el tiempo y la accesibilidad de equipos juegan un papel importante en la adherencia al ejercicio físico. Por lo tanto, se necesitan ejercicios eficientes que se puedan realizar fuera del gimnasio, como por ejemplo, en el trabajo o en casa. Sin embargo, actualmente se desconoce la eficacia que tiene para los músculos del core un ejercicio realizado con resistencia elástica en comparación con el entrenamiento de resistencia más tradicional en máquinas. El objetivo de este estudio fue investigar la actividad muscular del core, las preferencias de ejercicio y el esfuerzo percibido durante dos ejercicios de core seleccionados, realizado uno con resistencia elástica frente a realizarlo en una máquina de entrenamiento convencional. 17 hombres desentrenados de entre 26-67 años participaron en las mediciones de electromiografía de superficie (EMG) de cinco músculos del core durante giros del torso realizados de izquierda a derecha con resistencia elástica y en máquina, respectivamente. El orden de los ejercicios fue al azar y cada ejercicio consistió en 3 repeticiones realizadas con una carga de 10 RM. La amplitud de EMG se normalizó (nEMG) a la máxima contracción isométrica voluntaria (MVC). Se encontró una mayor actividad del erector espinal del lado derecho en el ejercicio de resistencia elástica en comparación con el ejercicio de máquina (nEMG 50% [IC 95%: 36-64] frente a 32% [IC 95%: 18-46]). Por el contrario, el ejercicio de máquina, en comparación con el ejercicio de resistencia elástica, mostró una mayor actividad del oblicuo externo izquierdo (nEMG 77% [IC 95% 64-90] frente a 54% [IC 95% 40-67]). Para el recto abdominal, el oblicuo externo derecho, y los músculos erectores espinales del lado izquierdo, no hubo diferencias significativas. Por otra parte, el 76% prefirió realizar giros del torso con resistencia elástica que con el ejercicio en máquina. El esfuerzo percibido (Borg CR10) no fue significativamente diferente entre el ejercicio de máquina (5,8 [IC 95% 4,88 a 6,72]) y el ejercicio de resistencia elástica (5,7 [IC 95% 4,81 a 6,59]). Los giros del torso utilizando resistencia elástica mostraron mayor actividad del erector de la columna, mientras que el giro de torso en máquina resultó en una mayor actividad del oblicuo externo. Para los músculos del core restantes, las dos modalidades de entrenamiento indujeron una activación muscular similar. A pesar de que el esfuerzo percibido fue similar, la mayoría de los participantes prefirió el ejercicio de resistencia elástica. Aunque la elección de un solo ejercicio de core podría no ser suficiente, la resistencia elástica en general, tiene el potencial de proporcionar adaptaciones musculares similares en el core a los ejercicios realizados en máquina y puede ser especialmente útil en un entorno de rehabilitación.



La distribución de la intensidad del entrenamiento en atletas de resistencia aeróbica bien entrenados y de élite

The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes ([pdf original](#))

Stöggl T, Sperlich B
Front Physiol 6: 295, 2015

Los investigadores han analizado retrospectivamente la distribución de la intensidad del entrenamiento (TID) de atletas de resistencia aeróbica de nivel competitivo nacional e internacional con el fin de determinar el volumen y la intensidad óptimos para lograr las máximas adaptaciones. La mayoría de los estudios muestran una distribución (TID) piramidal con alta proporción de alto volumen, baja intensidad (HVLIT). Algunos atletas de clase mundial adoptan el denominado TID polarizado (entrenamiento basado en HVLIT y alta intensidad). Algunos estudios recientes han sugerido una respuesta superior de las variables asociadas al rendimiento de resistencia aeróbica cuando se aplicó un TID polarizado, frente a programas que enfatizan en HVLIT o entrenamiento umbral (Fase II). El análisis de los estudios prospectivos nos ofrece una distribución de la intensidad de entrenamiento en fase de pre-competición en modelo piramidal de 78% hasta 95% en Fase I, y de modelo polarizado de 75-78% Fase I, 15-20% Fase III. Los estudios experimentales de 5 semanas a 6 meses de duración demostraron respuestas superiores el TID polarizado, especialmente al ser comparado con TID que enfatizaban en THR (entrenamiento umbral, Fase II) o HVLIT. Sin embargo, estos modelos no han probado su superioridad a largo plazo en atletas de élite, por lo que a día de hoy, no hay un TID óptimo que pueda ser identificado, siendo necesarios estudios de intervención a largo plazo con atletas de elite para dar respuesta a esta cuestión.

Ecuaciones específicas sexuales para estimar el consumo de oxígeno máximo en cicloergómetro

Sex-specific equations to estimate maximum oxygen uptake in cycle ergometry ([pdf original](#))

Silva CG, Araujo CG

Arq Bras Cardiol 105(4): 381-9, 2015

El nivel de estado aeróbico que proporciona el VO₂max en pruebas de ejercicio cardiopulmonar máximo (CPX) o estimando el mismo a través de ecuaciones basadas en la duración o la intensidad pico, puede predecir la mortalidad. Sin embargo, esta estimación aplicada a individuos y no a grupos puede dar márgenes de error mayores al 15% debido a que no consideran posibles relaciones que pueden llevar a dichos errores como factores antropométricos, sexo, especialidad deportiva o nivel de rendimiento. El propósito del presente estudio fue determinar el error de estimación del VO₂max en cicloergómetro en una población atendiendo a pruebas en laboratorio de ejercicio y proponer ecuaciones específicas para sexos con el fin de minimizar el margen de error. Participaron 1715 adultos sometidos a tests CPX máximos en cicloergómetro (LLCE) con protocolos rampa. El % de error (E%) entre el VO₂max medido y el estimado de la ecuación modificada de la ACSM (Lang et al. MSSE, 1992) fue calculado. Se desarrollaron las ecuaciones: 1) para toda la población testada (C-GENERAL); y 2) separada por sexos (C-MEN y C-WOMEN). Los resultados mostraron mayores potencias (172± 70 vs 111 ± 45 watts), así como mayores VO₂max en hombres que en mujeres (29,4 ± 10,5 vs 24,2 ± 9,2 mL/kg/min; p<0,01). El VO₂max medido tendió a ser ligeramente menor que el previsto basado en edad y sexo, correspondiente al 96% y 82% según la ecuación de Jones et al, para hombres y mujeres respectivamente. La ecuación para estimar el VO₂max (ml/kg/min) fue: C-GENERAL = [Potencia final (W)/peso (Kg)] x 10.483 + 7; C-MEN = [potencia final (W)/PESO (Kg)] x 10,791 + 7; y C-WOMEN = [potencia final (W)/peso (Kg)] x 9,820 + 7. El E% para MEN fue: -3,4 ± 13,4% (ACSM modificado); 1,2 ± 13,2% (C-GENERAL); y -1,7 ± 16,2% (C-WOMEN) (p<0,01). La ecuación desarrollada para C-GENERAL redujo el EE. Sin embargo, separando por sexos C-MEN y C-WOMEN, se pudo reducir más el error estimado de VO₂max, pero no eliminarlo, para tests LLCE.



Efectos del entrenamiento de fuerza en la economía de carrera sobre corredores altamente entrenados: una revisión sistematizada con meta-análisis de ensayos controlados

The effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials

Balsalobre-Fernández C, Santos-Concejero J, Grivas G
J Strength Cond Res (epub ahead of print), 2015

En este estudio se analizaron 4 bases de datos electrónicas de 700 artículos originales. Los criterios de selección fueron: (a) los participantes debían competir en distancias medias y/o largas; (b) con un $VO_{2max} > 60\text{mL/kg/min}$; (c) ensayos controlados publicados en revistas de impacto; (d) analizaron los efectos de programas de entrenamiento de fuerza con duraciones mayores de 4 semanas; (e) midieron la Economía de Carrera antes y después de la intervención. 5 estudios cumplieron los criterios de inclusión, con 93 sujetos. 4 estudios usaron intensidades de bajas a moderadas (40-70%1RM) y todos usaron volúmenes de 2-4 ejercicios para tren inferior y hasta 200 saltos y 5-10 sprints cortos) 2-3 días por semana para 8 a 12 semanas. Se optaron por métodos de "no fallo" pues han demostrado ser más óptimos para el desarrollo de la potencia pico y el rendimiento en carrera. Los resultados mostraron efectos beneficiosos significativos para la economía de carrera con el entrenamiento de fuerza de baja a alta intensidad y pliométrico. Encontrar el equilibrio correcto entre las sesiones de entrenamiento de fuerza-resistencia parece ser crucial. El ratio de entrenamiento resistencia-fuerza óptimo se situó entre 6:2-9:3 sesiones a la semana. Así pues sesiones de entrenamiento de fuerza siendo el 30% del volumen total de entrenamiento podría ser una estrategia válida para mejorar la economía de carrera y la fuerza muscular. El estudio destaca también la importancia del entrenamiento de fuerza para mejorar el rendimiento neuromuscular, como el trabajo de saltos, cuya habilidad ha demostrado estar relacionada con mejoras en la EC. El número de estudios de esta variable sobre atletas de alto nivel es reducido pero se hace más importante a efectos de rendimiento competitivo que con otras poblaciones.

Cardiovascular y Sangre

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Efectos agudos del ejercicio prolongado sobre la función cardiaca en un modelo con ratas

Cardiac effects of acute exhaustive exercise in a rat model ([pdf original](#))

Oláh A, Németh BT, Mátyás C y col
Int J Cardiol 182C: 258-266, 2014

Aunque la realización regular de ejercicio reduce el riesgo cardiovascular, estudios recientes han documentado elevaciones de biomarcadores relacionados con daño cardiaco (ej.: troponina cardiaca, cTn) después de sesiones de ejercicio prolongado (Ironman, ultramaratones, etc.) en sujetos aparentemente sanos sin enfermedad cardiovascular, despertando las dudas sobre las consecuencias para la salud cardiovascular de ese tipo de ejercicio. El objetivo de esta investigación fue analizar posibles alteraciones bioquímicas, moleculares, estructurales y funcionales en el corazón después de la realización de un ejercicio prolongado en un modelo animal (ratas). Para ello los animales se distribuyeron en dos grupos: uno nadó durante 3 h con una carga del 5% de su peso corporal adherida a la cola, mientras que el otro grupo solo nadó 5 min. Después de 2 h de recuperación se realizó un análisis de presión-volumen del ventrículo izquierdo con el fin de estudiar la función del ventrículo izquierdo y la mecanoenergética. Además, se obtuvieron muestras de sangre y miocardio para análisis bioquímicos e histológicos. Los resultados mostraron que en comparación con los controles los niveles de cTn y CK aumentaron después del ejercicio agotador. El análisis histológico mostró fragmentación esporádica de la estructura miocárdica e infiltración de leucocitos en el grupo que realizó ejercicio prolongado. Se observó igualmente un aumento del volumen sistólico final, descenso de la fracción de eyección, afectación de la contractilidad y descenso de la mecánica del ventrículo izquierdo, en el grupo que realizó ejercicio. Se objetivó un aumento del estrés oxidativo miocárdico, así como señales de apoptosis. También se observó una desregulación del sistema de la matriz metaloproteinasas. Los resultados sugieren un deterioro de la función cardiaca y signos de lesión del miocardio, que pudieran relacionarse con el estrés oxidativo y aumento de la actividad apoptótica en el ventrículo izquierdo. En conclusión, en el modelo de rata utilizado se constató una asociación entre ejercicio prolongado y agotador con daño cardiaco y deterioro de la función cardiaca.

Resistencia y fuerza del corazón del atleta: análisis de la deformación miocárdica por ecocardiografía con Speckle Tracking

Endurance and strength athlete's heart: analysis of myocardial deformation by Speckle Tracking echocardiography ([pdf original](#))

Santoro A, Alvino F, Antonelli G, Caputo M, Padeletti M, Lisi M, Mondillo S
J Cardiovasc Ultrasound 22:196-204, 2014

El entrenamiento intensivo induce a dos tipologías morfológicas de miocardio en el corazón de los atletas. El entrenamiento de resistencia (ET) induce a una remodelación en la contracción excéntrica, a la bradicardia y a un mejor llenado diastólico, estando relacionados con la sobrecarga de volumen durante el entrenamiento. Por otro lado, el entrenamiento de fuerza (ST) determina una remodelación en la fase concéntrica (sistólica) para mantener un ritmo cardíaco normal (HR) debido a la gran demanda de sangre en periodos muy cortos de tiempo. El objetivo del estudio fue comparar la morfología del miocardio en atletas de ET y ST mediante ecocardiografía con speckle tracking (STE). Para ello se estudiaron 33 atletas de ET, 36 atletas de ST y 17 individuos sanos sedentarios como grupo control (n=86). Todos los sujetos fueron sometidos a ecocardiografía transtorácica estándar en reposo y con STE. Los resultados concretaron que en el grupo ET, la HR fue menor que en el grupo ST y el grupo CT. El grupo ET tuvo mayor relación E/A (cociente entre la velocidad máxima del flujo durante las fases de llenado rápido y de contracción auricular, para valorar la normalidad de la función diastólica) que en el grupo ST y el grupo CT ($p < 0,01$; $p < 0,001$). En el plano apical del ventrículo izquierdo, la tensión circunferencial fue inferior en el grupo ET al de los grupos ST y CT. El grupo ET tenía menor torsión de fibras en la contracción del ventrículo izquierdo (LVT) y menor desenrollamiento (untwisting, UTW) que el grupo ST ($6,2 \pm 0,1$ vs. $12,0 \pm 0,1^\circ$, $p < 0,01$; $-67,3 \pm 22,9^\circ/s$ vs. $-122,5 \pm 52,8^\circ/s$, $p < 0,01$) y el grupo CT ($10,0 \pm 0,1^\circ$, $p < 0,01$; $-103,3 \pm 29,3^\circ/s$, $p < 0,01$). El análisis univariado mostró correlación significativa entre la relación E/A y HR ($r = -0,54$; $p < 0,001$), LVT ($r = -0,45$; $p < 0,01$), UTW ($r = 0,24$; $p < 0,05$). En el análisis multivariado sólo confirmo la HR como predictor independiente de la función diastólica en todos los grupos (Beta $-0,52$; $p < 0,001$). En ET había una contracción sistólica más global y reserva funcional diastólica en reposo, observado con el análisis de tensión, y que tal vez dependía de la modulación autonómica. En conclusión, los atletas de ET tienen mejor función diastólica y un bajo LVT y UTW, asociados con la función longitudinal necesaria para garantizar una reserva en los mecanismos para así aumentar la función sistólica durante el ejercicio, con respecto a los atletas de ST. Una limitación de este estudio fue el pequeño tamaño de muestra utilizada, siendo también los atletas de los diferentes grupos del mismo equipo siguiendo los mismos parámetros de entrenamiento y competición, pudiendo no ser una muestra representativa de este tipo de población. Por otro lado, proponen protocolos de medición como el de LVT como alternativa para diferenciar las tipologías morfológicas de miocardio en atletas.

Regulación de la vía de señalización mTOR en la hipertrofia cardíaca inducida por el ejercicio

Regulation of mTOR pathway in exercise-induced cardiac hypertrophy

Liao J, Li Y, Zeng F, Wu Y
Int J Sports Med 36(05): 343-350, 2015

Es importante clarificar los mecanismos moleculares responsables de la hipertrofia cardíaca inducida por diferentes estímulos de cara a dilucidar dianas moleculares. En el caso del miocardio, la vía de señalización diana de rapamicina en células de mamífero (mTOR), juega un papel fundamental en la hipertrofia cardíaca. Los diferentes roles de esta vía de señalización en la progresión de la hipertrofia cardíaca tras el entrenamiento a diferentes intensidades no se han estudiado. Este estudio se diseñó para examinar si la vía de señalización mTOR respondería a largo plazo a ejercicios de diferentes intensidades y observar el impacto del ejercicio sobre posibles daños cardíacos. Ratas Sprague Dawley macho fueron asignadas al azar a un grupo de control, un grupo de ejercicio de intensidad moderada y un grupo de ejercicio de alta intensidad. Cada grupo se midió en 4 puntos temporales tras la última sesión de entrenamiento (1-6-12-24h). El entrenamiento duró 8 semanas con un descanso de 2 días en cada semana. El nivel de troponina c (cTnI) en suero se midió por ELISA y la histología del miocardio mediante tinción hematoxilina-eosina (HE) para arquitectura muscular y hematoxilina-fucsina-ácido pícrico (HBFPA) para isquemia. Las expresiones de Akt, mTOR, p70S6K y sus formas fosforiladas se determinaron por Western-blot. Ambos entrenamientos fueron eficaces en inducir hipertrofia cardíaca, aumentando su magnitud con la intensidad del ejercicio. El significativo aumento del nivel sérico de cTnI en el grupo de alta intensidad fue acompañado por obvias anomalías miocelulares e isquemia en el miocardio. Se observaron activaciones significativas de Akt, mTOR y p70S6K en el grupo de ejercicio de intensidad moderada, pero no en el grupo de ejercicio de alta intensidad. Los resultados indican que el ejercicio de alta intensidad a largo plazo induce hipertrofia cardíaca acompañada por daños al corazón, lo que implica un riesgo de cambios patológicos. Parece existir un papel regulador fundamental de la vía de señalización mTOR sobre la hipertrofia cardíaca después de ejercicio moderado a largo plazo, pero no después el ejercicio de alta intensidad. Puede que no haya límite definido entre estímulo patológico y estímulo fisiológico durante el entrenamiento. Este estudio proporciona una nueva perspectiva molecular para la transducción de señales activadas en la respuesta cardíaca inducida por el ejercicio para su estudio en el futuro.



Función cardíaca y renal en un gran cohorte de corredores de maratón aficionados

Cardiac and renal function in a large cohort of amateur marathon runners ([pdf original](#))

Hewing B, Schattke S, Spethmann S y col
J Cardiovasc Ultrasound (2015) 13:13

La participación de corredores aficionados a las carreras populares de resistencia sigue aumentando. Varios estudios anteriores sobre corredores de maratón expresan su preocupación por los infartos inducidos por el ejercicio y daños por disfunción renal. El análisis combinado de este estudio tuvo como objetivo caracterizar los cambios de la función cardíaca y renal después de correr una maratón en una gran mayoría de ancianos maratonianos aficionados. Un total de 167 participantes de la Maratón de Berlín (mujeres n=89, hombres n=78, con una edad $50,3 \pm 11,4$ años) fueron estudiados, se analizó la función cardíaca y renal antes del maratón, inmediatamente después y 2 semanas después de la carrera, mediante ecocardiografía y análisis de sangre (incluyendo troponina T cardíaca, NT-proBNP y cistatina C). Entre la muestra, un 58% mostraron un aumento significativo en biomarcadores cardíacos después de la finalización de la maratón. En general, los cambios en los parámetros ecocardiográficos de función ventricular izquierda y derecha sistólica o diastólica no indicaron disfunción miocárdica relevante. Cabe destacar que el 30% de todos los participantes mostraron >25% de disminución en la tasa de cistatina C estimada de filtración glomerular (TFG) con respecto a los valores iniciales directamente después de la maratón, en un 8% se observó una disminución de más del 50%. Todos los parámetros cardíacos y renales volvieron a rangos de referencia dentro de 2 semanas después de la maratón. Como conclusión, el aumento de los biomarcadores cardíacos después de completar un maratón no fue acompañado por una elevada disfunción cardíaca, según la evaluación de la ecocardiografía. Después de la carrera, una alta proporción de los corredores experimentó una disminución de la cistatina C - TFG estimada, que es sugestivo de transitoria, relacionada con una alteración de la función renal postejercicio. Sin embargo, no se observaron efectos negativos persistentes sobre la función renal.

Comparación de la mecánica del ventrículo izquierdo entre corredores y culturistas utilizando la ecocardiografía speckle tracking

Comparison of left ventricular mechanics in runners versus bodybuilders using speckle tracking echocardiography ([pdf original](#))

Ipoly Szauder, Attila Kovács, Gábor Pavlik
Cardiovasc Ultrasound 13(1): 7, 2015

El corazón de atleta es una definición común que se da para un amplio espectro de adaptaciones cardiacas inducidas por un entrenamiento intenso. El objetivo de este estudio es comparar la mecánica del ventrículo izquierdo en dos disciplinas deportivas diferentes: corredores de maratón (resistencia) y culturistas (fuerza). Veinticuatro maratonianos o corredores de ultramaratón (R), catorce culturistas (B) y quince voluntarios varones sedentarios sanos (N) fueron investigados. Además del protocolo ecocardiográfico estándar, se adquirieron grabaciones en el eje corto paraesternal y grabaciones apicales, que fueron optimizados para el análisis mediante speckle tracking. Se utilizó un software especializado (Análisis de rendimiento 2D TomTec), se calculó promediando los correspondientes 16 segmentos del ventrículo izquierdo: global longitudinal (GLS), circunferencial (GCS) y la tensión radial (GRS). El cálculo de la masa del ventrículo izquierdo fue mayor en los culturistas en comparación con los controles normales (R vs B vs N: 198 ± 52 vs 224 ± 69 vs 186 ± 30 g, $p < 0,05$). No se encontraron diferencias en cuanto a los parámetros de función sistólica convencionales entre los grupos. Sin embargo, en el análisis mediante speckle tracking se mostró un patrón diferente de la deformación miocárdica en los grupos estudiados: mientras GRS fue similar, GLS se redujo en los corredores y GCS se redujo en los culturistas en comparación con los otros dos grupos (GLS: $-19,4 \pm 3,4$ vs $-23,3 \pm 2,1$ vs $-24,1 \pm 3,0$; GCS: $-26,6 \pm 3,8$ vs $-22,4 \pm 4,3$ vs $-26,4 \pm 2,7\%$, $p < 0,05$). Se encontraron correlaciones significativas en los corredores entre GLS y el volumen telediastólico ($r = 0,46$; $p < 0,05$), y el área de superficie corporal ($r = 0,49$; $p < 0,05$). En los culturistas, GCS está estrechamente relacionado con la masa del ventrículo izquierdo ($r = 0,61$; $p < 0,01$) y la presión arterial sistólica ($r = 0,42$; $p < 0,05$). Las conclusiones de este estudio indican que los parámetros ecocardiográficos morfológicos y funcionales convencionales no pudieron distinguir el corazón del atleta entre las dos disciplinas deportivas diferentes, sin embargo los parámetros de deformación mostraron un patrón diferente de la mecánica del ventrículo izquierdo en los corredores respecto a los culturistas mediante el análisis con speckle tracking.

Respuesta de la tensión arterial sistólica ante una prueba de estrés: proyecto del test Henry Ford (FIT)

Systolic blood pressure response during exercise stress testing: the Henry Ford exercise testing (FIT) project ([pdf original](#))

O'Neal WT, Qureshi WT, Blaha MJ y col
J Am Heart Assoc 4(5): e002050, 2015

La importancia pronóstica de elevaciones modestas de la presión arterial sistólica en respuesta al ejercicio no ha sido ampliamente examinada. En este estudio, se examinó la asociación entre la respuesta de la presión arterial sistólica y todas las causas de muerte e infarto de miocardio (IM) en 44089 pacientes que se sometieron a pruebas de esfuerzo en cinta ergométrica (edad 53 ± 13 años, 45% mujeres, 26% raza negra) mediante ejercicios de análisis de Henry Ford (FIT) del proyecto (1991-2010). La respuesta de la presión arterial sistólica se examinó como una variable categórica (> 20 mm Hg: referente; 1 a 20 mm Hg y ≤ 0 mm Hg) y por 1 SD de disminución. La regresión de Cox se utilizó para calcular los coeficientes de riesgo (HR) e IC del 95% para la asociación entre la respuesta de la presión arterial sistólica y todas las causas de muerte e incidentes de IM. Durante un seguimiento medio de 10 años, un total de 4.782 (11%) murieron a los 5,2 años, un total de 1.188 (2,7%) fueron por IM. En el análisis de regresión de Cox ajustado por la demografía, la condición física y los factores de riesgo cardiovascular, se observó un mayor riesgo de muerte con la disminución de la respuesta de la presión arterial sistólica (> 20 mm Hg: HR = 1.0, referente; 1 a 20 mm Hg: HR = 1,13, IC del 95% = 1,05, 1,22; ≤ 0 mm Hg: HR = 1,21; IC del 95% = 1,09, 1,34). Se observó una tendencia de aumento en el riesgo (> 20 mm Hg: HR = 1.0, referente; 1 a 20 mm Hg: HR = 1,09; IC del 95% = 0,93, 1,27; ≤ 0 mm Hg: HR = 1,19; IC del 95% = 0,95, 1,50). La disminución en la respuesta de la presión arterial sistólica por 1 SD se asociaron con un mayor riesgo de muerte por cualquier causa (HR = 1,08; IC del 95% = 1,05, 1,11) y por IM (HR = 1,09; IC del 95% = 1,03, 1,16). Los resultados del estudio sugieren que los aumentos modestos en la respuesta de la presión arterial sistólica durante el ejercicio se asocian con resultados adversos.



El modo de contracción muscular afecta de forma diferente al control autónomo durante el ejercicio controlado por frecuencia cardíaca

Muscular contraction mode differently affects autonomic control during heart rate matched exercise ([pdf original](#))

Weippert M, Behrens M, Gonschorek R y col
Front in physiol 6: 156, 2015

La contribución precisa del feedback aferente de las respuestas cardiovascular y respiratoria al ejercicio aún está por determinar. El objetivo de este estudio fue analizar si difiere, y como, el control autónomo cardiovascular y respiratorio en respuesta al ejercicio dinámico (DYN) e isométrico (ISO) a una frecuencia cardíaca baja y similar. Los 22 sujetos reclutados fueron asignados aleatoriamente a las secuencias de ejercicio DYN-ISO o ISO-DYN, que consistía en extensión de rodilla del cuádriceps derecho. El ejercicio se produjo a una frecuencia cardíaca similar entre DYN e ISO (82 ± 8 lat/min). Durante ISO la tasa de fatiga y la presión arterial fueron mayores, mientras que la frecuencia respiratoria, el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono fueron menores comparado con DYN ($P < 0.05$). Los indicadores de variabilidad cardíaca, también fueron mayores durante ISO ($P < 0.05$). El volumen tidal, la presión parcial end-tidal de oxígeno y dióxido de carbono, el cociente respiratorio y el concentración de lactado en sangre capilar fueron similares en ambas pruebas. Por tanto, la conclusión obtenida de este estudio es que, a pesar de la misma frecuencia cardíaca de entrenamiento, la cualidad del control cardiovascular durante el ejercicio de baja intensidad es significativamente diferente entre DYN e ISO. El análisis de variabilidad cardíaca desveló una coactivación vasovagal durante ISO. No obstante, aún está por determinar si el feedback mecanorreceptor por sí solo, o el cambio en el sistema central, o una interacción de ambos contribuyen al cambio de la respuesta autónoma durante los distintos modos de ejercicio.

Mejora de la frecuencia cardíaca de recuperación a pesar de disminuir el rendimiento en ejercicio tras un entrenamiento intenso: análisis intrasujeto

Improved heart rate recovery despite reduced exercise performance following heavy training: a within-subject analysis

Thomson RL, Bellenger CR, Howe PRC, Karavirta L y Buckley JD
J Sci Med Sport (epub ahead of print), 2015

La recuperación de la frecuencia cardíaca (HRR) después del ejercicio es un indicador potencial de la aptitud física que ha demostrado respuestas a los cambios producidos en el entrenamiento. Este estudio investigó la asociación intrasujeto entre HRR y rendimiento en ejercicio tras tres cargas de entrenamiento diferentes. 11 hombres ciclistas/triatletas fueron medidos después de dos semanas de entrenamiento suave, dos semanas de entrenamiento intenso y dos días de descanso. El rendimiento en ejercicio fue medido utilizando una prueba en bicicleta de 5 minutos hasta el máximo. HRR fue registrada tras 60 segundos durante la recuperación en supino. Los resultados indicaron que el rendimiento en ejercicio disminuyó $2.2 \pm 2.5\%$ tras el entrenamiento intenso comparado con los resultados tras el entrenamiento suave ($P=0.01$), y luego aumentó $4.0 \pm 4.2\%$ tras el descanso ($P=0.004$). La mayoría de los índices de HRR indicaron una recuperación más rápida de la frecuencia cardíaca (HR) tras el entrenamiento intenso, y se volvió a los niveles alcanzados tras el entrenamiento suave después de los dos días de descanso. Los índices de HRR no presentaron diferencias entre los resultados tras el entrenamiento suave y tras el periodo de descanso ($P>0.6$). Hubo una relación inversa intrasujeto entre los índices de HRR y el rendimiento ($r=-0.6$, $P \leq 0.004$). El pico de HR descendió 3.2 ± 5.1 lpm tras el entrenamiento intenso ($P=0.06$) y aumentó significativamente 4.9 ± 4.3 lpm tras la recuperación ($P=0.004$). Hubo una relación intrasujeto moderada entre el pico de HR y el rendimiento en ejercicio ($r=0.7$, $P \leq 0.001$). Controlando el pico de HR se redujo la relación entre HRR y el rendimiento ($r=-0.4-0.5$, $P < 0.05$). Este estudio demostró cambios en HRR monitorizada a corto plazo y en el rendimiento en ejercicio intrasujetos, así como que los incrementos en la HRR están asociados con una mayor pobreza del rendimiento en ejercicio tras un entrenamiento intenso. El pico de HR puede estar comprometido por condiciones de fatiga, y necesita ser tenido en cuenta en análisis de HRR.

Respuestas hemodinámicas durante y tras múltiples sets de ejercicios de estiramiento realizados con y sin la maniobra de Valsalva

Hemodynamic responses during and after multiple sets of stretching exercises performed with and without the Valsalva maneuver ([pdf original](#))

Lima TP, Farinatti PT, Rubini EC, Silva EB, Monteiro WD
Clinics (Sao Paulo) 70(5): 333-8, 2015

La flexibilidad es un componente del fitness físico relacionado con la salud, y el entrenamiento de esta capacidad se recomienda en diferentes contextos. Estas recomendaciones incluyen al menos cuatro series de ejercicios para grandes grupos musculares, realizados de dos a tres veces por semana. La influencia de la maniobra de Valsalva (VM) durante el entrenamiento de flexibilidad requiere investigación porque las respuestas cardiovasculares son probablemente mayores cuando se realiza, especialmente en casos de personas menos flexibles, debido a la dificultad de alcanzar y mantener rangos de movimiento extremos durante varios segundos. Considerando la falta de estudios que investigan las respuestas cardiovasculares agudas a múltiples series de ejercicios de estiramiento realizados con y sin VM y la importancia de estos aspectos para la prescripción del ejercicio, el objetivo de este estudio fue comparar las respuestas agudas de la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el ratio del producto de la presión durante 10 series de estiramiento pasivo estático de la articulación de la cadera realizadas con y sin VM. Se hipotetizó que el número de series tendría un efecto acumulativo en las respuestas hemodinámicas y que la VM induce aumentos adicionales en todas las variables medidas. Quince hombres jóvenes con edades comprendidas entre los 21 a 29 años con poca flexibilidad realizaron protocolos de estiramiento compuestos de 10 series de flexión unilateral pasiva de la cadera, mantenida durante 30 segundos con intervalos iguales entre las series. Se aplicaron protocolos con VM en un orden aleatorio y balanceado, separados por intervalos de 48 horas. Las respuestas hemodinámicas se midieron mediante fotopletimografía antes, durante y tras los sets de ejercicio. Los efectos de las series de estiramientos en la presión sistólica y diastólica fueron acumulativos hasta el cuarto set en los protocolos con y sin VM. La frecuencia cardíaca y el ratio de producto de presión aumentaron en ambos protocolos, sin efecto aditivo debido al número de series. Las respuestas hemodinámicas fueron siempre mayores cuando el estiramiento fue realizado con VM, causando un aumento adicional del ratio de producto de presión. En conclusión, múltiples series de flexión unilateral de cadera aumentan significativamente la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el ratio de producto de presión. Se produjo un efecto acumulativo del número de series sólo para la presión sistólica y diastólica, al menos en las series iniciales de los protocolos de estiramiento. La realización de la maniobra de Valsalva aumentó todas las respuestas hemodinámicas, que resultó en un aumento significativo del trabajo cardíaco durante los ejercicios de estiramiento.



La variación diurna del rendimiento de resistencia cardiovascular en atletas de enseñanza secundaria

The diurnal variation on cardiovascular endurance performance of secondary school athlete student ([pdf original](#))

Chin CY, Chow GC, Hung KC, Kam LH, Chan KC, Mok YT, Cheng NM
Asian J Sports Med 6 (2): e22697, 2015

Las respuestas corporales y el rendimiento pueden variar en un día debido a diversas condiciones relativas y al ritmo circadiano. No obstante la investigación relativa al rendimiento de resistencia ligado a la variación diurna ha sido poco clara hasta la fecha. La comprensión del VO₂max en las ocasiones variables a lo largo del día en atletas jóvenes escolares (el ritmo circadiano parece más regular en esta población comparado con adultos) ha sido el propósito del presente estudio. Participaron 35 atletas escolares (15-16,5 años) a los que se les midió VO₂max, porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima post ejercicio (MHR% post-ex), temperatura post ejercicio (BTemp_{post-ex}) y niveles de ácido láctico post ejercicio (LA_{post-ex}). Los test realizados no consecutivamente fueron: (AM) Mañana 9-10am; (NN) Mediodía 12-13h; (PM) Tarde 16-17h. Se requirió a los participantes seguir el horario del plan de alimentación y descanso. Los resultados indicaron que el VO₂max fue significativamente mayor en NN (F_{2,68}=3.39, P<0,05) en comparación con PM. El MHR%_{post-ex}, BTemp_{post-ex}, LA_{post-ex} no fue significativamente diferente entre los 3 horarios. En conclusión, se encontraron los efectos diurnos sobre el rendimiento en resistencia y el mayor VO₂max fue identificado a mediodía. Se recomienda a atletas de etapa escolar o jóvenes atletas que realizan entrenamiento relacionado con el VO₂max, que entrenen a mediodía para el propósito de optimizar la efectividad del entrenamiento.

Impacto del entrenamiento específico y la competición en la estructura y función miocárdica en jugadores de balonmano de diferentes rangos de edad

Impact of specific training and competition on myocardial structure and function in different age ranges of male handball players ([pdf original](#))

Agrebi B, Tkatchuk V, Hlila N, Mouelhi E, Belhani A

PLoS One 10(12): e0143609, 2015

El deporte del balonmano se caracteriza por movimientos de alta intensidad de estructura cíclica y acíclica, lo que provoca efectos característicos en la estructura y función cardíacas. En la literatura se han comparado estos efectos en diferentes deportes con sujetos controles desentrenados, pero no se han estudiado distintos rangos de edad y la evolución de dichos cambios. Por ello, en este estudio se analizó la estructura y función del miocardio de 43 jugadores de balonmano divididos en 3 grupos por categoría de edad: colegiales (11.7 ± 0.4 años de edad), junior (15.9 ± 0.8 años de edad) y senior (24.4 ± 2.6 años de edad). A todos los participantes se les hizo un estudio de electrocardiograma y ecocardiograma, un test incremental en cicloergómetro hasta la fatiga y una batería de tests específicos de campo para valorar el nivel en balonmano. Los resultados en cuanto a la remodelación estructural del miocardio (dilatación e hipertrofia) mostraron que entre los colegiales y los junior, los diámetros diastólico y sistólico finales del ventrículo izquierdo, la raíz de la aorta y la aurícula derecha tenían un incremento significativo ($P < 0.05$) en los jugadores de categoría junior. Mientras, entre los junior y los senior, las diferencias significativas ($P < 0.05$) encontradas en la estructura miocárdica fueron un aumento en el septum interventricular, el grosor de la pared posterior y el índice de masa del ventrículo izquierdo. En cuanto al ecocardiograma, no se observaron diferencias significativas. Respecto al test incremental, se observaron mayor duración (8.6 ± 2.5 vs 18.9 ± 3.7 min) y trabajo (186 ± 26 vs 356 ± 30 vatios) entre los colegiales y los junior ($P < 0.05$). Y solo mayor trabajo (356 ± 30 vs 438 ± 27 vatios) entre los junior y los senior ($P < 0.05$). Finalmente en los test de campo, se observó una diferencia significativa entre los senior y los colegiales (26.1 ± 1.8 vs 31.2 ± 2.3 segundos; $P < 0.05$). De acuerdo a estos resultados, se observó una prevalencia de la dilatación de la cámara cardíaca con menor remodelación hipertrófica de los colegiales a los junior, mientras que la prevalencia de la hipertrófica respecto a la dilatación de la cámara cardíaca se observó de los junior a los senior.

Edad y ejercicio

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Efectos del entrenamiento cognitivo con actividad física adicional en comparación con el entrenamiento cognitivo puro en adultos mayores sanos

Effects of cognitive training with additional physical activity compared to pure cognitive training in healthy older adults ([pdf original](#))

Rahe J, Petrelli A, Kaesberg S, Fink GR, Kessler J, Kalbe E
Clin Interv Aging 10: 297-310, 2015

La evidencia sugiere que incluso el envejecimiento del cerebro sigue siendo susceptible a la plasticidad neuronal y cognitiva. El entrenamiento cognitivo (CT) ha sido utilizado para mejorar la cognición en adultos mayores. Además, muchos estudios sugieren un efecto positivo de la actividad física y el ejercicio estructurado sobre las funciones cognitivas. CT en combinación con factores de protección como la actividad física (CPT) rara vez se ha estudiado, sin embargo, se ha sugerido que el CPT podría mostrar efectos más fuertes que el CT puro. Adultos mayores sanos (edad: 50-85 años) fueron entrenados con CPT (n=15) o CT (n=15). Las intervenciones se llevaron a cabo en sesiones de 90 minutos dos veces por semana durante 6,5 semanas. Las funciones cognitivas se evaluaron antes e inmediatamente después de las intervenciones, y al año de seguimiento. El principal hallazgo fue un efecto de interacción en la atención, con ganancias comparables de CPT y CT de pre y post-test, pero efectos más fuertes de CPT durante el seguimiento ($p=0,02$). Se encontraron efectos significativos en los sujetos en términos de estado cognitivo ($p=0,02$), fluidez verbal ($p=0,00$), e inmediata ($p=0,00$) y tardía ($p=0,01$) memoria verbal. Los análisis post hoc indicaron que éstos últimos dominios se vieron afectados de manera diferente por CPT y CT. No se encontraron efectos significativos entre sujetos. Nuestros resultados sugieren que CPT podría dar lugar a mayores efectos a largo plazo sobre la atención. Sin embargo, como la diferencia entre CT y CPT sólo fue evidente en el seguimiento, estos efectos no pueden ser interpretados como una consecuencia directa de CPT; pueden haber estado relacionados con la actividad física mantenida después del entrenamiento. Otros dominios fueron mejorados por ambas intervenciones, pero no se pudo identificar un patrón típico. Se estudian posibles mecanismos subyacentes y se sugieren direcciones para futuras investigaciones. Así, tanto CPT y CT puro parecen mejorar la función cognitiva y pueden ser considerados como herramientas preventivas útiles, de bajo costo, y de fácil acceso contra el deterioro cognitivo asociado con el envejecimiento en adultos mayores sanos.

Mejoras del entrenamiento combinado en la capacidad oxidativa mitocondrial de la musculatura independientemente de la edad

Combined training enhances skeletal muscle mitochondrial oxidative capacity independent of age

Irving BA, Lanza IR, Henderson G, Rao R, Spiegelman BM, Nair KS
J Clin Endocrinol Metab 100(4):1654-63, 2015

El envejecimiento, junto con un estilo de vida sedentario, contribuye a una reducción progresiva de la salud musculoesquelética caracterizada por una disminución de la masa muscular y ósea, y de la fuerza y su calidad. El ejercicio se presenta como una estrategia terapéutica atractiva para contrarrestar la disminución relacionada con la edad en estos déficits musculares y esqueléticos. Tanto el entrenamiento de resistencia (ET) como el entrenamiento resistido o de fuerza (RT) son pilares básicos del ejercicio basados en la evidencia científica, diseñados para prevenir, retardar o revertir la aparición de déficits musculoesqueléticos relacionados con la edad. El objetivo principal del estudio es determinar si ocho semanas de entrenamiento combinado (TC) tiene un efecto más importante que el entrenamiento de resistencia (ET) o entrenamiento resistido (RT) en la fisiología mitocondrial en jóvenes sanos (18-30 años) y personas mayores (≥ 65 años). La muestra está compuesta por 34 jóvenes y 31 personas mayores, distribuidos de forma aleatoria entre los grupos de ET, RT y grupo control (CT), los cuales realizaron un protocolo de entrenamiento de 8 semanas. El grupo control permaneció de forma sedentaria durante 8 semanas, para más tarde realizar otras 8 semanas de entrenamiento control (CT). La composición corporal, fuerza muscular y el consumo máximo de oxígeno se midieron antes y después de la intervención. Para su análisis, se realizaron biopsias musculares del vasto lateral que se obtuvieron pre-intervención y 48 horas post-intervención. La fisiología mitocondrial se evaluó mediante respirometría de alta resolución, y la expresión de proteínas mitocondriales y factores de transcripción por PCR cuantitativa e inmunotransferencia. Como resultante, los grupos ET y CT incrementaron significativamente la capacidad y la expresión de las proteínas mitocondriales y los factores de transcripción oxidativa. Todas las modalidades de entrenamiento mejoraron la composición corporal, la capacidad cardiorrespiratoria, y la fuerza muscular. El grupo CT presenta mejoras significativas en los resultados mitocondriales relacionados y en la composición corporal a pesar de que el volumen de entrenamiento es más bajo que en los grupos de ET y RT. Es importante destacar que la mayoría de las adaptaciones al entrenamiento ocurren independientemente de la edad. En conjunto, estos resultados demuestran que tanto ET y CT aumentan la cantidad y capacidad mitocondrial del músculo, aunque el grupo CT resaltó por sus mejoras significativas con respecto a los demás en los resultados medidos. En conclusión, CT ofrece un régimen de ejercicio vigoroso para mejorar las características mitocondriales musculares y características físicas independientemente de la edad.

Modulación autonómica cardíaca en ancianos sanos después de diferentes intensidades de ejercicio dinámico

Cardiac autonomic modulation in healthy elderly after different intensities of dynamic exercise ([pdf original](#))

Droguett VS, Santos Ada C, de Medeiros CE y col
Clin Interv Aging 10:203-208, 2015

El proceso de envejecimiento reduce la actividad parasimpática del corazón y, en consecuencia, disminuye la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV). Además, un aumento en la prevalencia de la actividad simpática sobre el equilibrio parasimpático también se observa en sujetos de mayor edad en reposo. Esto es relevante ya que la reducción de la HRV con el envejecimiento se puede relacionar con altas tasas de morbilidad y mortalidad cardiovascular. El objetivo de este estudio fue investigar la frecuencia cardíaca (HR) y su modulación autonómica en reposo y durante el ejercicio dinámico (PEX) con intensidades del 40% y 60% de la HR máxima en ancianos sanos. Este estudio transversal se realizó en diez personas aparentemente sanas que habían sido sometidos a un protocolo en cicloergómetro durante 35 minutos. La modulación autonómica se evaluó por análisis espectral de la variabilidad de la HR (HRV). Se observó un aumento relevante en respuesta de la HR 15 minutos después del ejercicio con intensidades de 60% y el 40% de la HR máxima (10 ± 2 ppm frente a 5 ± 1 ppm, respectivamente, $P=0.005$), y una reducción significativa en la HRV también se observó durante el periodo de descanso tras el ejercicio a al 40% y 60% de intensidad, además, se constató una reducción significativa en la HRV (varianza RR) en 40% y 60% en comparación con las intensidades basales, así como entre las intensidades post ejercicio (1032 ± 32 ms versus 905 ± 5 ms) ($P<0.001$). En el análisis espectral de la HRV, un aumento significativo en el componente de baja frecuencia de la HRV y el equilibrio autónomo en el 40% de la máxima HR (68 ± 2 unidades normalizadas [nu] frente a 55 ± 1 nu y $2,0 \pm 0,1$ frente a $1,2 \pm 0,1$; $P<0,001$) y en el 60% de la HR máxima (77 ± 1 nu frente a 55 ± 1 nu y $3,2 \pm 0,1$ frente a $1,2 \pm 0,1$ [$P<0.001$]) se observaron en comparación con los valores basales. Sin embargo, se observó una reducción significativa del componente de alta frecuencia en 40% y 60% cuando se comparó con las intensidades basales (31 ± 2 nu y 23 ± 1 nu frente a 45 ± 1 nu, respectivamente; $P<0.001$). Por otra parte, se observaron diferencias significativas en los componentes de baja frecuencia y alta frecuencia, así como para el equilibrio simpático entre los participantes que alcanzaron el 40% y el 60% de la HR máxima. Estos resultados indican que los sujetos de edad avanzada en condiciones de reposo muestran un predominio de la actividad simpática, y después del ejercicio dinámico leve y moderado, esta actividad aumenta mientras que la modulación vagal disminuye. Teniendo en cuenta el riesgo de eventos cardiovasculares durante y después del ejercicio, los hallazgos de esta investigación llaman la atención a los momentos después del ejercicio, especialmente después de los ejercicios de intensidad moderada. Para futuras investigaciones, es importante monitorear a los ancianos a través de diferentes duraciones de ejercicio.

Relación entre la actividad física medida de forma objetiva con el riesgo cardiovascular en adultos mayores con movilidad limitada

Association of objectively measured physical activity with cardiovascular risk in mobility-limited older adults ([pdf original](#))

Fitzgerald JD, Johnson L y col
J Am Heart Assoc 4(2): e001288, 2015

Hoy en día la enfermedad cardiovascular (CVD) es una de las principales causas de muerte en el mundo. La actividad física es una de las intervenciones conocidas que mejoran la salud y disminuye el riesgo de padecer una CVD. En este sentido, la mayoría de los estudios se han centrado en el manejo de programas que consisten en la realización de actividad física de intensidad moderada-vigorosa y existe poca evidencia acerca de la influencia de las actividades de intensidad menor sobre el riesgo de padecer algún evento cardiovascular. Más específicamente, hasta la fecha no hay estudios que hayan examinado si el tiempo pasado realizando actividades de baja intensidad mitiga los riesgos del comportamiento sedentario en adultos mayores con movilidad reducida. Así pues, el objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre la actividad física realizada medida de forma objetiva, el comportamiento sedentario y los factores de riesgo cardiovascular en adultos mayores con limitaciones en la movilidad. Este estudio examinó la relación transversal entre el riesgo cardiovascular y la AF en participantes del estudio "Intervenciones en el estilo de vida e independencia en mayores" (the LIFE study). La relación entre las medidas de acelerometría y el riesgo de enfermedad coronaria predicho a 10 años (HCHD) fue modelado usando una regresión lineal estratificada de acuerdo con la historia de CVD. Los participantes ($n=1170$, 79 ± 5 años) pasaron 642 ± 11 min/día en comportamiento sedentario (es decir: <100 counts por minuto, medido con acelerometría). Además pasaron 138 ± 43 min/día realizando actividad física de 100 a 499 counts por minuto y 54 ± 37 min/día realizando una actividad física de más de 500 counts por minuto. Cada minuto del día pasado en actividad sedentaria se asoció con un riesgo mayor de HCHD entre aquellos con CVD (0,04%, 95% CI 0,02% a 0,05%) y aquellos sin CVD (0,03%, 95%CI 0,02% a 0,03%). El tiempo realizando actividades de 100 a 499 counts así como de más de 500 counts por minuto se asoció con una disminución en el riesgo entre aquellos sujetos con CVD y aquellos sin CVD ($p < 0,05$). Sin embargo, se observó una interacción significativa entre el sexo y la frecuencia de counts ($p=0,036$) para aquellos sujetos sin CVD, así, los counts por minuto estuvieron relacionados con el riesgo de HCHD en mujeres ($\beta = -0,94, -1,48 \text{ a } 0,41; p < 0,001$) pero no en hombres ($\beta = -0,14, -0,59 \text{ a } 0,88; p = 0,704$). En conclusión, el tiempo empleado en actividades sedentarias está asociado de forma positiva con un mayor riesgo de HCHD en 10 años entre adultos mayores con movilidad reducida. La duración, pero no la intensidad (es decir la media de counts por minuto), de la actividad física diaria se asoció de forma inversa con la puntuación de riesgo de HCHD en esta población, aunque la asociación para la intensidad puede ser específica para el sexo entre personas sin CVD.

Efecto dependiente de la intensidad del envejecimiento sobre la fatiga durante contracciones intermitentes en el tríceps sural humano de hombres y mujeres

Intensity-dependent effect of ageing on fatigue during intermittent contractions of the human calf muscle in males and females

Reilly H, Egana M, Green S

Eur J Appl Physiol 115(9):1927-37, 2015

El envejecimiento humano reduce la masa del músculo esquelético y la fuerza, pero sus efectos sobre la fatiga muscular son menos consistentes y, en cierta medida, dependerá de cómo se define la fatiga. La mayoría de los estudios de envejecimiento han evaluado la fatiga como una pérdida de fuerza máxima, y por lo tanto, según la literatura, el envejecimiento reduce la fatiga durante las contracciones intermitentes submáximas, pero la influencia de la intensidad de este efecto de envejecimiento en hombres y mujeres no está clara. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue establecer el efecto dependiente de la intensidad del envejecimiento humano sobre la fatiga muscular durante contracciones submáximas intermitentes. Adultos jóvenes varones (n=8; 23±2 años), mujeres adultas jóvenes (n= 8; 22±1 año), adultos mayores varones (n=8; 67±5 años) y mujeres adultas mayores (n =10; 64±7 años) completaron las contracciones intermitentes en el tríceps sural en cuatro intensidades submáximas (30-70% MVC) para un máximo de 20 min. MVC se evaluó durante el ejercicio a intervalos de 30 a 60 s, y su tasa lineal de descenso representó la fatiga. Las relaciones individuales entre la intensidad y la fatiga (%MVC min⁻¹) se ajustaron a una función bifásica constando de un componente lineal y no lineal. No hubo interacción de edad × sexo × intensidad para la fatiga (3-way ANOVA, P=0,46). Sin embargo, hubo efectos interactivos significativos de la edad y el sexo en la resistencia al 70% MVC, la fatiga en el 70% de la MVC y el componente lineal de la relación entre la intensidad y la fatiga. La resistencia fue menor y la fatiga y su componente lineal fueron mayores (P <0.05) en los hombres más jóvenes en comparación con otros grupos, pero no diferente entre las mujeres más jóvenes y mayores. Esto sugiere que hay un efecto dependiente de la intensidad del envejecimiento humano sobre la fatiga durante el ejercicio submáximo que es específico de los hombres. Utilizando la función bifásica para describir la relación entre la intensidad y la fatiga, puso de manifiesto que el aspecto lineal de esta relación fue mitigado significativamente por el envejecimiento en los hombres, pero no en las mujeres. Esto ayuda a explicar la disminución relacionada con la edad en la resistencia y la fatiga a alta intensidad submáxima observada sólo en los hombres.

Actividad física en adultos mayores no frágiles y frágiles

Physical activity in non-frail and frail older adults ([pdf original](#))

Jansen FM, Prins RG, Etman A y col
PLoS One 10(4): e0123168, 2015

La actividad física (AF) es importante para el envejecimiento saludable. Se necesita una mejor comprensión de los niveles de AF medidos objetivamente en los adultos mayores para proporcionar una línea base para las comparaciones internacionales, para informar a las políticas de salud pública y para mejorar las intervenciones dirigidas a mejorar el estilo de vida y estado de salud de esta población, ya que la mayoría de los estudios anteriores emplearon medidas de autoinforme para la evaluación de la AF, los cuales se asocian con la sobreestimación de AF. Este estudio tuvo como objetivo proporcionar una visión en la medición objetiva de AF al aire libre y cubierta de los adultos mayores, y en las diferencias de AF en los niveles de fragilidad. Los datos fueron recogidos entre sujetos no-frágiles (N = 74) y frágiles (N = 10), de 65 a 89 años. La AF, medida durante siete días con acelerómetros y dispositivos GPS, se clasificó en tres niveles de intensidad (sedentaria, AF ligera y AF moderada a vigorosa). Los adultos mayores gastaron más tiempo en sedentario y AF ligera. Los sujetos pasaron 84,7%, 15,1% y 0,2% por día en sedentario, AF ligera y AF moderada a vigorosa respectivamente. En promedio, los adultos mayores gastaron 9,8 (SD 23,7) minutos por semana en minutos de actividad moderada a vigorosa y 747,0 (SD 389,6) minutos por semana en actividad ligera. Ninguno de los sujetos consiguió llegar a las recomendaciones de la OMS de 150 minutos semanales de AF moderada a vigorosa. Los resultados ajustados por edad, sexo y estatus de salud no revelaron diferencias en AF entre los adultos mayores frágiles y no frágiles. Los sujetos pasaron significativamente más tiempo sedentario en casa, que cuando estaban fuera de ella. Los sujetos no frágiles pasaron significativamente más tiempo fuera de casa durante las actividades de moderada a vigorosa, que en casa. La evaluación objetiva de la AF en adultos mayores reveló que la mayoría de AF fue de intensidad ligera, y el tiempo empleado en AF moderada a vigorosa fue muy bajo. Ninguno de los adultos mayores consiguió llegar a las recomendaciones de AF de la Organización Mundial de la Salud. En una población que envejece se pueden lograr beneficios para la salud mediante la reducción de la conducta sedentaria y estimulando la AF. Estos niveles de AF moderada a vigorosa son mucho menores que generalmente resultados basados en la percepción subjetiva de AF. Los estudios futuros deben emplear métodos objetivos, y son necesarios umbrales específicos de edad para los niveles de AF saludable de adultos mayores. Estos resultados ponen de relieve la necesidad de estrategias eficaces para los niveles de AF saludables para la creciente proporción de adultos mayores.



Respuestas relacionadas con la edad en marcadores circulantes del estado de redox (reducción y oxidación) en adolescentes y adultos sanos durante el curso de un macrociclo de entrenamiento.

Age-related responses in circulating markers of redox status in healthy adolescents and adults during the course of a training macrocycle ([pdf original](#))

Zalavras A, Fatouros IG, Deli CK y col
Oxid Med Cell Longev 2015; 2839212015

El ejercicio extenuante aumenta el consumo de oxígeno entre 100 y 200 veces por encima del nivel basal. Esto provoca un aumento del estrés oxidativo y de la reducción de la capacidad antioxidante (redox status). Por otro lado, la pubertad es un período vital donde los niveles hormonales y anabólicos son mayores, y podrían limitar el aumento del redox con el ejercicio extenuante. Este estudio analizó si durante un macrociclo de running el estrés oxidativo basal y la capacidad antioxidante se vieron afectados en sujetos en periodo de pubertad, y si se examinó si existían diferencias o similitudes con sujetos adultos. 4 grupos de sujetos, 13 adolescentes entrenados (TAD), 11 adolescentes no entrenados (UAD), 12 adultos entrenados (TA) y 10 adultos no entrenados (UA) participaron en el estudio. Los grupos entrenados realizaron el macrociclo de entrenamiento natural de running, incluyendo competiciones. La capacidad aeróbica y el estado de redox (capacidad antioxidante total (TAC), nivel de glutatión (GSH), actividad de la catalasa, ácido tiobarbiturico (TBARS), ácido úrico, carbonilos proteicos (PC) y bilirrubina) se analizaron antes, en la mitad del macrociclo y al final del entrenamiento, después de realizar un time-trial. LA actividad de la catalasa, TAC, TBARS, PC, ácido úrico, y la bilirrubina aumentaron y el GSH disminuyó en todos los grupos en respuesta al ejercicio agudo (time-trial). La edad afectó las respuestas basales y al ejercicio ya que los adultos obtuvieron mayores niveles de TAC y GSH y un mayor aumento de TBARS, PC y TAC y una mayor reducción de GSH en respuesta al ejercicio. Los resultados de este estudio sugieren que, el ejercicio agudo, la edad y el entrenamiento modulan el estado de redox del cuerpo.

Efectos del entrenamiento de caminata nórdica y aquaerobic sobre la composición corporal y el flujo sanguíneo en las extremidades inferiores en mujeres ancianas.

Effect of nordic walking and water aerobics training on body composition and the blood flow in lower extremities in elderly women ([pdf original](#))

Jasiński R, Socha M, Sitko L, Kubicka K, Woźniewski M, Sobiech KA
J Hum Kinet 45: 113-22, 2015

Las enfermedades cardiovasculares (CVD) constituyen un importante problema social que afecta aproximadamente al 40% de la población adulta de Europa y Estados Unidos a pesar de la implementación de nuevos métodos profilácticos y terapéuticos, como es la actividad física moderada. La caminata nórdica y el aquaerobic son dos formas de actividad física muy populares en la población anciana. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del entrenamiento regular enfocado hacia la salud sobre el flujo sanguíneo venoso en las extremidades inferiores y la composición corporal en mujeres de más de 50 años de edad. Veinticuatro mujeres con una edad media de 57.9 (\pm 3.43 años), participaron en este estudio y se distribuyeron de forma aleatoria en tres grupos (caminata nórdica, aquaerobic y sin entrenamiento). La duración del entrenamiento fue de 8 semanas, consistiendo en sesiones de una hora dos veces a la semana. Los hábitos nutricionales no cambiaron durante el estudio. El retorno venoso y la función de bombeo venoso de las extremidades inferiores se midieron mediante fotopleletismografía. La composición corporal se determinó mediante bioimpedancia. Ocho semanas de entrenamiento con caminata nórdica mejoró el flujo sanguíneo en las extremidades inferiores y normalizó la composición corporal de cara a reducir los factores de riesgo de enfermedades crónicas venosas. Los valores medios de tiempo para retorno venoso descendieron tanto en la pierna derecha como en la izquierda ($p = 0.04$, $p = 0.02$, respectivamente). Tras el entrenamiento, se encontró un incremento estadísticamente significativo del índice de la función de bombeo venoso en la pierna derecha ($p = 0.04$). Se encontró además un incremento significativo en la masa libre de grasa, la masa celular corporal y agua total corporal ($p = 0.01$), mientras que la masa corporal, el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal disminuyeron ($p < 0.03$). Con respecto al entrenamiento de aquaerobic, no se encontraron cambios similares en la función del sistema venoso o la composición corporal. En conclusión, ocho semanas de entrenamiento de caminata nórdica en mujeres mayores de 50 años mejoran el flujo venoso en las extremidades inferiores y normalizan la composición corporal hacia una reducción de los factores de riesgo cardiovascular, mientras que la misma duración de entrenamiento con aquaerobic no es suficiente para producir cambios significativos en las mismas variables.

Relación no lineal entre el ratio cintura-cadera, el peso corporal y la fuerza en ancianos: ¿es el sexo la clave?

Nonlinear relationship between waist to hip ratio, weight and strength in elders: is gender the key?

Castillo C, Carnicero JA, de la Torre MÁ, Amor S, Guadalupe-Grau A, Rodríguez-Mañas L, García-García FJ
Biogerontology 16(5):685-92, 2015

La obesidad es un problema de salud mundial, y su prevalencia sigue aumentando alarmantemente en la población anciana. La acumulación de grasa y específicamente grasa visceral causa una desregulación de la función de los adipocitos, llevando a un estado pro inflamatorio que aumenta el riesgo de desarrollar sarcopenia y fragilidad. El índice de masa corporal (BMI) es la fórmula más ampliamente utilizada para determinar el grado de obesidad a todas las edades. Sin embargo, el proceso de envejecimiento se acompaña de un incremento y redistribución de la grasa corporal, siendo ésta diferente entre hombres y mujeres. Por tanto, existe una necesidad de explorar otras técnicas clínicamente relevantes y fáciles de aplicar, como es ratio cintura cadera, de cara a identificar personas ancianas con una adiposidad visceral alta así como su posible efecto deletéreo sobre la fuerza muscular. En este estudio se analizó la asociación entre el ratio cintura cadera (WHR) y la fuerza muscular de las extremidades inferiores y superiores en 1741 ancianos mayores de 65 años. Esta cohorte se obtuvo del estudio de Toledo de envejecimiento saludable. Para cada sexo, se estudió la relación entre el WHR, el BMI y la fuerza muscular regional (agarre, hombro, rodilla y cadera), utilizando modelos estadísticos de regresión lineal y de kernel. El WHR fue mayor en los hombres que en las mujeres (0.98 ± 0.07 vs. 0.91 ± 0.08 , respectivamente, $P < 0.05$). En las mujeres con un WHR alto, se observó un descenso en la fuerza, especialmente en aquellas con un BMI normal. A medida que el WHR disminuía, la fuerza aumentaba independientemente del BMI. En los hombres, una fuerza muscular disminuida estaba generalmente relacionada con los extremos superior e inferior del WHR. Los mayores valores de fuerza muscular en los hombres correspondían a un WHR alrededor de 1 y el BMI más alto. Este estudio concluye que las relaciones entre los parámetros indicativos de composición corporal y la fuerza muscular son más complicadas de lo que actualmente está establecido en la práctica clínica. La fuerza muscular depende en la distribución conjunta del WHR y el BMI en relación al sexo del individuo. En consecuencia, el sexo, el WHR y el BMI deben ser analizados conjuntamente cuando se analice la relación entre la distribución de grasa corporal, el peso y la fuerza muscular en ancianos.



Prevención y gestión óptima de la sarcopenia: una revisión de las intervenciones combinadas de ejercicio y nutrición para mejorar los resultados musculares en las personas mayores

Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people ([pdf original](#))

Denison HJ, Cooper C, Sayer AA, Robinson SM
Clin Interv Aging 10: 859-869, 2015

El creciente reconocimiento de la sarcopenia, la pérdida de la masa muscular esquelética y la función relacionada con la edad, ha puesto de relieve la necesidad de entender más acerca de su etiología. La sarcopenia es un problema clínico importante para las personas mayores, ya que es común y se asocia claramente con consecuencias en la salud incluyendo la obesidad, la osteoporosis y la diabetes tipo 2. La disminución de la masa muscular y la fuerza son aspectos esperados en el envejecimiento, pero existe una variabilidad significativa entre los individuos en las tasas de pérdida. Aunque algunas de estas diferencias pueden explicarse por factores fijos, tales como el sexo, la mayor parte de la variación restante es inexplicable. Esto ha llevado a un creciente interés en la influencia del estilo de vida de los adultos, sobre todo en los efectos de los factores modificables, como la actividad física y la dieta, y en la identificación de oportunidades de intervención tanto para prevenir como para gestionar la sarcopenia. Varios ensayos han examinado los efectos por separado del aumento de ejercicio o de la suplementación dietética en la masa muscular y el rendimiento físico de los adultos mayores, pero se sabe menos acerca de la medida en que los beneficios de la práctica de ejercicio podrían mejorar cuando se combinan estas intervenciones. En una revisión exhaustiva de la literatura, consideramos 17 estudios de adultos mayores (≥ 65 años) en los que se combinaban intervenciones nutricionales y de ejercicio para aumentar la fuerza muscular y/o masa muscular, y lograr mejoras en el rendimiento físico. Los estudios fueron diversos en términos de los participantes incluidos (estado nutricional, grado de fragilidad física), las estrategias de suplementación (diferencias en nutrientes, las dosis), la práctica de ejercicio (tipo, frecuencia), así como el diseño (duración, ajuste). El mensaje principal es que se ha demostrado en algunos ensayos el aumento de los beneficios de la práctica de ejercicio cuando se combina con los suplementos dietéticos, indicando el potencial para futuras intervenciones, pero siendo la evidencia existente inconsistente por la diversidad de la muestra en que se basa el estudio. Se necesitan más estudios, en particular de la práctica de ejercicio combinada con estrategias dietéticas que aumenten la ingesta de una gran variedad de nutrientes, así como nutrientes no bioactivos, para proporcionar la evidencia en la que puedan basarse la salud pública y las recomendaciones clínicas.

Efectos de la realización de ejercicio sobre el equilibrio y la función muscular en mujeres ancianas

Effect of exercise performance by elderly women on balance ability and muscle function
(pdf original)

Lee HC, Lee ML, Kim SR
J Phys Ther Sci 27(4): 989-92, 2015

La flexibilidad es una capacidad física muy importante en su relación con las actividades de la vida diaria de la población anciana, siendo un factor determinante de la salud y la condición física de estas personas. Aunque las mujeres tienden a ser más obesas y tener menos fuerza y resistencia muscular, así como a tener una menor resistencia cardiovascular que los hombres, normalmente son más flexibles. Además, el envejecimiento también produce una pérdida del sentido del equilibrio debido a un declinar en la propiocepción de las piernas, que puede llevar a un incremento en el riesgo de caídas. El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de una intervención con ejercicio en la capacidad de equilibrio y la función muscular en mujeres ancianas. Las participantes fueron distribuidas aleatoriamente en un grupo control (n=10) y un grupo de ejercicio (n=10). Las participantes realizaron un programa de ejercicios basados en bandas elásticas durante 8 semanas, con una duración por sesión de 40 minutos, 4 veces a la semana con periodos de descanso de 60 segundos entre series. Las participantes utilizaron bandas correspondientes al 60% de la fuerza del color de la banda con la que podían realizar los ejercicios 12 veces. Se realizaron variaciones del número de ejercicios con banda dependiendo de los niveles individuales de mejora de la condición física. Cuando las participantes podían realizar 15 repeticiones de los ejercicios sin sensación de dolor o daño corporal, la banda era cambiada por otra con una resistencia un nivel superior. Se utilizaron las mismas bandas para los ejercicios de la parte superior e inferior del cuerpo. La fuerza muscular de las piernas medida como el número de repeticiones de la actividad de sentarse y levantarse en 30 segundos aumentó significativamente en el grupo de ejercicio tras la intervención en comparación con antes de la misma. La resistencia muscular de la pierna medida como el número de veces que la participante levantaba la rodilla en 2 minutos también incrementó significativamente en el grupo de ejercicio tras la intervención en comparación con antes de la misma. El equilibrio medido como la capacidad de mantenerse de pie apoyadas sobre una pierna con los ojos abiertos mejoró significativamente tras la intervención en el grupo de ejercicio. En conclusión, la capacidad de equilibrio y la función muscular mejoran significativamente tras 8 semanas de intervención con ejercicio con bandas elásticas, mostrando que esta intervención es efectiva para mejorar el equilibrio, la fuerza y la resistencia muscular en mujeres ancianas.

¿Qué tipo o combinación de ejercicio puede mejorar la velocidad de la marcha principal en los adultos mayores? Un meta-análisis

What type, or combination of exercise can improve preferred gait speed in older adults?

A meta-analysis ([pdf original](#))

Van Abbema R, De Greef M, Crajé C, Krijnen W, Hobbelen H, Van Der Schans C
BMC Geriatrics 15(1): 72, 2015

La mejora de la velocidad de la marcha principal en los adultos mayores está asociada a un aumento de las tasas de supervivencia. Hay resultados contradictorios entre los estudios clínicos sobre los efectos del ejercicio sobre la velocidad de la marcha y la heterogeneidad de las intervenciones en los meta-análisis y revisiones actuales. El objetivo de este estudio es determinar los meta-efectos de diferentes tipos o combinaciones de ejercicios en las intervenciones de ensayos controlados aleatorios sobre la mejora en la velocidad de la marcha. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos, a partir de 1990 hasta el 9 de diciembre de 2013. Se seleccionaron veinticinco ensayos controlados aleatorios de intervenciones de ejercicios para adultos mayores ≥ 65 años, que proporcionaran datos cuantitativos (media/SD) de la velocidad de la marcha al inicio del estudio y después de la intervención, ya que se incluyó una medida de resultado primario o secundario en el artículo publicado. Se excluyeron los estudios cuando la puntuación PEDro fue ≤ 4 , o si los participantes que fueron seleccionados estaban pronosticados de enfermedad neurológica o neurodegenerativa específica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedades cardiovasculares, fracturas de miembros inferiores recientes, reemplazos de articulaciones de los miembros inferiores, o deterioros cognitivos severos. El meta-efecto se presenta en diagramas de bosque con un 95% de fiabilidad. Se analizaron los veinticinco estudios de este meta-análisis, los cuales se agruparon en seis tipos o combinaciones de intervenciones de ejercicio para un sub-análisis. En primer lugar, hay un meta-efecto positivo significativo en entrenamiento de resistencia, en el cual se progresó en un 70-80% de 1RM en la velocidad de la marcha de 0,13m/s [IC del 95%: 0,09 a 0,16]. La diferencia entre los grupos de intervención y para el control muestra un cambio significativo sustancial ($> 0,1$ m/s). En segundo lugar, se encontró un meta-efecto positivo significativo de las intervenciones con un componente rítmico en velocidad de la marcha con una mejora de 0,07m/s [IC del 95% 0.03-0.10]. En tercer lugar, hay un pequeño meta-efecto positivo significativo de la mejora progresiva de resistencia de 0,05m/s, combinando el equilibrio y el entrenamiento de resistencia [IC del 95% ,00-,09]. Los otros sub-análisis muestran pequeños meta-efectos positivos no significativos. Por lo tanto, el entrenamiento de resistencia progresiva con altas intensidades es la modalidad de ejercicio más eficaz para mejorar la velocidad de la marcha principal. El trabajo de fuerza muscular también aparece como una condición importante para la mejora de la velocidad. La combinación del entrenamiento de equilibrio y/o entrenamiento de resistencia no contribuye a efectos positivos significativos en las mejoras de la resistencia progresiva. Un componente prometedor es el ejercicio con un componente rítmico: mantener el tempo de la música o ritmo posiblemente entrena funciones cognitivas superiores que son importantes para la marcha.

Comparación de la influencia de la edad en la eficiencia de pedaleo y el costo energético de carrera en triatletas bien entrenados

Comparison of the influence of age on cycling efficiency and the energy cost of running in well-trained triathletes

Peiffer J, Abbiss CR, Sultana F, Bernard T, Brisswalter J
Eur J Appl Physiol 116(1): 195-201, 2016

A pesar de mantenerse físicamente activos, se observa una disminución significativa en la función y la forma física de los atletas masters. Al examinar los deportes individuales (por ejemplo, ciclismo y carrera), se ha observado un descenso moderado en el rendimiento de resistencia entre las edades de 30 y 50 años, con descensos acelerados en el rendimiento después de los 60 años. La eficiencia locomotora se cita como un componente importante para el rendimiento de resistencia; sin embargo, las observaciones inconsistentes de los cambios relacionados con la edad en la eficiencia cuestionan su influencia en el rendimiento de los atletas masters. El triatlón presenta un escenario único en el que se pueden examinar los efectos del envejecimiento a través de varios medios de locomoción. Por lo tanto, este estudio examinó la eficiencia locomotora de triatletas jóvenes y masters tanto durante una prueba de carrera como de bici. Veinte triatletas jóvenes ($28,5 \pm 2,6$ años) y 20 maestros ($59,8 \pm 1,3$ años) completaron un test incremental de bici y carrera para determinar el consumo máximo aeróbico ($VO_{2m\acute{a}x}$) y el primer umbral ventilatorio (VT1). Después, los participantes completaron 10 min de prueba submáxima de carrera y ciclismo en VT1 durante la cual se calculó la eficiencia locomotora proveniente de la ventilación expirada. Además, el porcentaje de grasa corporal se determinó mediante la evaluación de pliegues cutáneos. Durante la bici y la carrera, el $VO_{2m\acute{a}x}$ fue menor en los masters ($48,3 \pm 5,4$ y $49,6 \pm 4,8$ ml kg^{-1} min^{-1} , respectivamente) en comparación con la cohorte joven ($61,6 \pm 5,7$ y $62,4 \pm 5,2$ ml kg^{-1} min^{-1} , respectivamente). La velocidad máxima de carrera y la potencia en bicicleta correspondiente al $VO_{2m\acute{a}x}$ también fueron más bajas en los masters ($15,1 \pm 0,8$ km h^{-1} y $318,6 \pm 26,0$ W) en comparación con la cohorte joven ($19,5 \pm 1,3$ km h^{-1} y $383,6 \pm 35,0$ W). La eficiencia de pedaleo fue menor (-11,2%) en los masters en comparación con la cohorte joven. Se encontraron resultados similares para el costo energético de carrera (+10,8%); sin embargo, cuando se graduó por masa magra corporal, los cambios fueron más pronunciados durante la carrera (+22,1%). Dentro de los triatletas entrenados, el envejecimiento puede influir en la eficiencia tanto en la disciplina de carrera como de bici. Sin embargo, debido a las exigencias mecánicas de cada disciplina, los cambios morfológicos asociados con el envejecimiento tienen un mayor impacto durante la carrera en comparación con la disciplina de bici. Mientras se ha ignorado en el pasado, la eficiencia debe ser considerada en la investigación del rendimiento en los atletas que envejecen.

Los efectos de la edad sobre la relación entre función cardíaca y vascular

The effect of age on the relationship between cardiac and vascular function ([pdf original](#))

Houghton D, Jones TW, Cassidy S y col
Mech Ageing Dev 153: 1-6, 2015

Los cambios asociados a la edad en la función cardíaca y vascular se asocian con un aumento del riesgo de la morbimortalidad cardiovascular. Los cambios asociados a la edad ocurren en ausencia de hipertensión arterial o enfermedad cardiovascular, y constituyen el determinante clave del descenso de la capacidad funcional con la edad. El objetivo de esta investigación fue definir el efecto de la edad en la relación entre la función cardíaca y vascular. Se realizaron medidas hemodinámicas y del intercambio gaseoso en reposo y en el pico de ejercicio en sujetos sanos. El índice de aumento ("augmentation index") se midió en reposo. El índice de aumento es una relación calculada a partir de la forma de onda de la presión arterial, es una medida de la reflexión de la onda y la rigidez arterial. Este índice valora la elasticidad arterial central, ofreciendo datos de la rigidez arterial y función vascular global. El aumento de este índice es considerado como un factor de riesgo cardiovascular independiente y está correlacionado con el desarrollo de la arteriosclerosis. La potencia del gasto cardíaco, una medida de la función cardíaca global, fue calculada como el producto del gasto cardíaco y la presión arterial media. Los resultados mostraron que el índice de aumento fue mayor en los sujetos mayores de edad frente a los más jóvenes (27,7 vs 2,5%, $p < 0,01$). Por otra parte, las personas de mayor edad tenían mayor volumen sistólico y presión arterial media, pero menor frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno pico. Se observó una relación negativa significativa entre el incremento del índice de aumento y la potencia del gasto cardíaco y el gasto cardíaco en los participantes de más edad. Las personas mayores mantienen la función cardíaca máxima debido al aumento del volumen sistólico. La función vascular se muestra como un fuerte predictor de la función cardíaca global en personas mayores de edad, pero no en jóvenes. En conclusión, los hallazgos del presente estudio indican una cerrada relación entre el "índice de aumento" y la potencia de gasto cardíaco pico, sugiriendo que la medida de la función vascular puede ser utilizada como predictor de la capacidad de bomba del corazón en personas de edad avanzada. Los datos ofrecen además evidencia de un descenso significativo en la función vascular, pero no cardíaca, con el envejecimiento.

Estrés medioambiental

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Influencia de la hipoxia normobárica aguda en las variables fisiológicas y determinación del 2º punto de ruptura de lactato en hombres entrenados

Influence of acute normobaric hypoxia on physiological variables and lactate turn point determination in trained men ([pdf original](#))

Ofner M, Wonisch M, Frei M, Tschakert G, Domej W Kröpfl JM3, Hofmann P
J Sports Sci Med 13(4): 774-81, 2014

El objetivo de este estudio fue evaluar las respuestas fisiológicas a la hipoxia normobárica aguda en comparación con la normoxia y su influencia en la determinación del 2º punto de ruptura de lactato (LTP2) de acuerdo con el modelo de tres fases del suministro de energía (Fase I: metabólicamente equilibrado a nivel muscular; Fase II: metabólicamente equilibrado a nivel sistémico; Fase III: metabólicamente no equilibrado) durante el ejercicio incremental máximo. Diez hombres sanos y físicamente activos participaron en el estudio. Todos los participantes realizaron dos pruebas de esfuerzo máximo en cicloergómetro en normoxia e hipoxia ($FiO_2 = 14\%$). La concentración de lactato, la frecuencia cardíaca, el intercambio de gases, la potencia máxima alcanzada en los umbrales de lactato (LTP1, LTP2), la frecuencia cardíaca (H RTP) y el primer y el segundo umbral ventilatorio (VETP1, VETP2) fueron determinados. La potencia desarrollada se redujo en todos los puntos de referencia en hipoxia normobárica, así como en el VO_{2max} . Los porcentajes de potencia máxima en los umbrales de lactato, frecuencia cardíaca y umbrales ventilatorios fueron casi idénticos en hipoxia y en normoxia. La frecuencia cardíaca se redujo significativamente en la potencia máxima alcanzada en hipoxia, pero no se encontraron diferencias significativas en los puntos de control submáximos. La concentración de lactato en sangre no fue diferente en el esfuerzo máximo, y en todos los puntos de referencia en ambas condiciones. El cociente respiratorio y los equivalentes ventilatorios de O_2 y CO_2 fueron significativamente mayores en algunos puntos de referencia en la condición de hipoxia. Se encontraron correlaciones significativas entre LTP1 y VETP1, LTP2 y VETP2 y H RTP para la producción de energía, para ambas condiciones. Se concluyó que la determinación del LTP2 según el modelo trifásico del suministro energético es válido tanto en normoxia como en hipoxia normobárica. El lactato, frecuencia cardíaca y equivalentes ventilatorios fueron reproducibles entre las dos condiciones si las cargas de trabajo son desplazadas hacia la izquierda, es decir, más bajas. Por tanto, la determinación del LTP2 puede ser utilizado para la prescripción en el ejercicio de rendimiento en ambas condiciones.

Relación entre el agua muscular y la recuperación de glucógeno después de un ejercicio prolongado en ambiente caluroso

Relationship between muscle water and glycogen recovery after prolonged exercise in the heat in humans

Fernández-Elías V, Ortega JF, Nelson RK, Mora-Rodriguez R
Eur J Appl Physiol 115(9): 1919-26, 2015

Durante el ejercicio prolongado en calor el glucógeno muscular es oxidado en una tasa más elevada que en condiciones termoneutras. Por otra parte, la recuperación del glucógeno muscular después de un ejercicio que provoque su depleción se alcanza en un 40% en las primeras 4 h post-ejercicio. Teniendo en cuenta que el contenido de agua muscular se mantiene durante el ejercicio, pero disminuye al finalizar el mismo, se ha observado que en las primeras horas post-ejercicio se recupera en gran parte el agua muscular, se ha sugerido que la recuperación de glucógeno y agua musculares sea un proceso coordinado. Se ha establecido que cada gramo de glucógeno almacenado en el músculo humano se asocia a unos 3 g de agua. Por otra parte, algunos estudios han sugerido que la resíntesis de glucógeno durante la recuperación del ejercicio no es limitada por el contenido de agua intramuscular. El objetivo de esta investigación fue valorar la relación entre la recuperación de glucógeno y agua musculares después de un ejercicio prolongado en calor diseñado para reducir tanto el glucógeno como el agua muscular. Nueve sujetos entrenados ($VO_2\text{max}$: $54,4 \pm 1,05$ ml/kg/min) realizaron en dos ocasiones un ejercicio de 150 min al 65% $VO_2\text{max}$ en ambiente caluroso (33 ± 4 °C) obteniendo un grado de deshidratación del $4,6 \pm 0,2\%$. Una hora después de finalizar el ejercicio los sujetos ingirieron 250 g de hidratos de carbono (CHO) en 400 ml de agua (REH-low) o la misma cantidad de CHO pero añadiendo agua hasta restaurar la pérdida de fluidos (3170 ± 190 ml; REH-full). Se obtuvieron muestras de músculo por biopsia antes, y 1 y 4 h después del ejercicio. Los resultados mostraron que en ambas sesiones el agua disminuyó de manera similar un $13 \pm 6\%$ y el glucógeno muscular un $44 \pm 10\%$ ($p < 0,05$). Después de la recuperación, los niveles de glucógeno fueron similares en ambas sesiones (79 ± 15 y 87 ± 18 g/kg; $p = 0,20$) mientras que el contenido de agua muscular fue más alto en REH-full que en REH-low (3814 ± 222 vs 3459 ± 324 g/kg; $p < 0,005$). A pesar del menor aporte de agua durante REH-low, se acumularon 3 g de agua por cada gramo de glucógeno muscular (1:3), mientras que durante REH-full esta relación fue más alta (1:17). Los autores concluyen que los datos confirman la relación 1:3 entre glucógeno y acúmulo de agua asociado, mientras que la relación 1:17 hace referencia a mayores almacenes de agua no asociados al glucógeno muscular.

Hidratación y termorregulación durante un Medio-Ironman realizado en clima tropical

Hydration and thermoregulation during a Half-Ironman performed in tropical climate ([pdf original](#))

Baillet M, Hue O

J Sports Sci Med 14(2): 263-268, 2015

Los ejercicios aeróbicos cíclicos son afectados negativamente en su rendimiento cuando se desarrollan en ambientes calurosos. El rendimiento en carrera y ciclismo se ve afectado claramente en calor, aunque en las pruebas ciclistas quizás no en todos los aspectos. En natación no está tan claro esa influencia negativa del ambiente caluroso. En cualquier caso los estudios realizados en triatletas de larga distancia en este contexto son muy escasos, de hecho solo un estudio hasta la fecha había valorado la relación entre ambiente caluroso y húmedo y la capacidad de ejercicio en un IronMan. Los autores observaron que los cambios más importantes en el peso corporal no se asociaron con las mayores temperaturas rectales post-carrera. Aunque los efectos negativos sobre el rendimiento en deportes cíclicos han sido bien demostrados no se ha explorado la respuesta termorreguladora y de hidratación en un triatlón de larga distancia (ej. Medio Ironman) en condiciones tropicales. Los autores valoran la hipótesis de que la fase de natación realizada en agua “templada” bajo elevada radiación puede inducir hipertermia que no disminuiría durante la fase de ciclismo y que se agravaría durante la carrera. Diecinueve triatletas realizaron un medio Ironman en condiciones tropicales (27,2 °C, 80% humedad relativa), valorando antes y después de la carrera la masa corporal y la osmolaridad de la orina, así como la temperatura del núcleo; la temperatura fue medida también en cada transición mediante una píldora termosensible con sistema telemétrico ingerida antes de la prueba. Los resultados mostraron un tiempo medio de 331±36 min con frecuencia cardiaca media de 147±16 lpm. La temperatura exterior fue de 25,4 °C y la del agua de 29,5 °C. La TC media al inicio de la carrera (TC1) fue de 37,1±0,7 °C, y de 37,8±0,9 (TC2), 37,8±1,0 (TC3) y 38,4±0,7 °C (TC4) después de la natación, ciclismo y carrera, respectivamente. La masa muscular disminuyó en la carrera 3,7±1,9 kg (4,8%), mientras que la osmolaridad de la orina aumentó significativamente ($p<0,05$). Los cambios en la masa corporal no se correlacionaron con la TC final o con valores de osmolaridad en orina. Los atletas se hidrataron ad libitum. Los autores sugieren: 1) el rendimiento no fue negativamente dependiente del nivel de deshidratación; 2) los atletas fueron capaces de hidratarse adecuadamente por sensaciones; y 3) la temperatura del núcleo fue dependiente de la actividad realizada. Por otra parte, los resultados mostraron que la mayor masa corporal al iniciar la carrera se asoció a mayor temperatura (TC2) y mayor incremento en la relación TC3/TC2. Por otra parte, el consumo de líquidos no tuvo impacto sobre las variables relacionadas con la TC. Finalmente, los triatletas no padecieron síntomas de enfermedad por calor en el ambiente caluroso y húmedo en el que se desarrolló la competición.



Recomendaciones consensuadas para el entrenamiento y competición en el calor

Consensus recommendations on training and competing in the heat ([pdf original](#))

Racianis S, Alonso J-M, Coutts AJ y col
Sports Med 45(7): 925-938, 2015

Hacer ejercicio en un ambiente de calor provoca estrés termorregulatorio y fisiológico que pueden reducir la capacidad del ejercicio de resistencia. El propósito de este artículo-consenso es establecer recomendaciones actualizadas para optimizar el rendimiento durante la actividad física realizada en ambientes calurosos. La mejor manera de reducir el estrés fisiológico por calor y mejorar el rendimiento es aclimatarse al calor. La aclimatación al calor debe hacerse realizando sesiones de ejercicio con exposición al calor durante 1-2 semanas. Asimismo, otra manera de reducir el estrés por calor para los deportistas es iniciar la actividad en un correcto estado de euhidratación y además, reducir la deshidratación durante el ejercicio reponiendo el agua perdida, pudiendo monitorizar las pérdidas mediante los cambios en el peso corporal. Otro método para reducir el estrés termorregulatorio es aprovechar las nuevas tecnologías en cuanto a sistemas de enfriamiento durante el ejercicio se refiere para facilitar las pérdidas de calor y/o mejorar la capacidad de almacenar calor antes de entrenar o competir en el calor. Por otro lado, los organizadores de eventos deportivos deberían planificar teniendo en cuenta la disponibilidad de grandes áreas cubiertas o de sombra, y facilitar al acceso a instalaciones y material para enfriamiento y rehidratación, además de organizar los eventos en fechas cuando las temperaturas minimicen el riesgo para la salud de los atletas. Después de los precedentes de los JJOO de 2008 o el Mundial FIFA 2014, las organizaciones deportivas deberían considerar permitir tiempos de recuperación adicionales o de mayor tiempo entre y durante los eventos para otorgar a los deportistas mayores oportunidad de enfriamiento y rehidratación durante competiciones realizadas en el calor.



Efectos a corto plazo de la suplementación de antioxidantes en el estrés oxidativo y el rendimiento durante el ejercicio en el calor y en el frío

Effects of short-term antioxidant supplementation on oxidative stress and exercise performance in the heat and the cold ([pdf original](#))

Klarod K, Gatterer H, Frontull V, Philippe M, Burtscher M
Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol 7(2): 98-104, 2015

Los efectos de la suplementación con antioxidantes, a corto y a largo plazo, durante el ejercicio en el calor y en el frío permanecen aún desconocidos. Por ello, en este estudio siete deportistas jóvenes y bien entrenados realizaron 5 test incrementales hasta la fatiga bajo distintas condiciones de temperatura (normal 20°C; calor 33°C; frío 7°C) y con diferentes suplementos nutricionales (placebo o antioxidantes α -KG y 5-HMF) previos al test. El primer test se realizó en ambiente termoneutral, el segundo y el cuarto en el frío y el tercero y quinto en el calor. La toma de antioxidante o placebo fue aleatorizada para cada condición térmica. Se analizaron los metabolitos reactivos de oxígeno y la actividad biológica de los antioxidantes en sangre antes del primer test y después de cada uno de los test. Los datos de este estudio muestran que los metabolitos reactivos de oxígeno y el rendimiento máximo durante el ejercicio no cambian, ni en frío ni en el calor, ni con suplemento o no de antioxidantes. Por tanto, sesiones cortas de ejercicio en el calor o en el frío parecen no producir un estrés oxidativo significativo en sujetos bien entrenados, y por ello, parecen no beneficiarse de un pre-tratamiento con un suplemento de antioxidantes. No obstante, futuros estudios deberán centrarse en sujetos sedentarios o con alguna patología, así como con suplementaciones a largo plazo, y durante ejercicio más prolongado en condiciones extremas de frío y calor.

Función muscular

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Efectos agudos de la electroestimulación durante el pedaleo sobre miokinas y marcadores de daño muscular

Acute effects of superimposed electromyostimulation during cycling on myokines and markers of muscle damage ([pdf original](#))

Wahl P, Hein M, Achtzehn S, Bloch W, Mester J
J Musculoskelet Neuronal Interact 15(1): 53-59, 2015

El sistema endocrino (la respuesta hormonal inducida por ejercicio) es muy importante al mediar las vías de señalización tanto para el control homeostático a corto plazo como para las adaptaciones celulares a largo plazo inducidas por el ejercicio. Estudios previos han mostrado como el ejercicio interválico de alta intensidad (HIT) induce respuestas hormonales agudas, muy importantes para el proceso de adaptación. Pero este tipo de entrenamiento no es siempre posible para muchos sujetos como pueden ser pacientes con enfermedades cardiovasculares o atletas lesionados. La electroestimulación parece un método de entrenamiento alternativo llevado a cabo en el entrenamiento de fuerza para su intensificación. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la electroestimulación durante el pedaleo sobre las miokinas y marcadores de daño muscular, ya que la electroestimulación podría ser una herramienta válida para inducir un estímulo local alto en el músculo esquelético durante un entrenamiento de resistencia sin llevar a cabo trabajo con cargas externas muy altas. 13 sujetos participaron en 3 sesiones experimentales, cada una de las cuales tenía una duración de 60 min en un orden aleatorizado: 1) pedaleo en cicloergómetro (C), 2) pedaleo con electroestimulación (C+E) y 3) electroestimulación. Se determinaron los valores de Interleukina-6, factor neurotrófico derivado cerebral (BDNF), creatin kinasa (CK) y mioglobina antes (pre) y 0', 30', 60', 240' y 24 horas tras cada intervención. Sólo la sesión de C+E causó aumentos significativos en los niveles de CK y mioglobina. BDNF y IL-6 aumentaron significativamente tras C y C+E, sin embargo los valores de IL-6 fueron significativamente más altos tras C+E en comparación con C. En conclusión, este estudio muestra que añadir electroestimulación durante el pedaleo puede ser una herramienta útil para inducir un aumento local de estímulo al músculo esquelético incluso cuando se lleva a cabo con cargas externas de leves a moderadas. Este efecto puede ser debido a la activación de fibras musculares adicionales y al trabajo excéntrico suave por la activación concomitante de agonistas y antagonistas. Sin embargo la mayor carga que recibe el músculo esquelético debe ser tomada en cuenta.

Asociación entre las isoformas de la cadena pesada de miosina y la señalización anabólica intramuscular tras el ejercicio de fuerza en hombres entrenados

Association between myosin heavy chain protein isoforms and intramuscular anabolic signaling following resistance exercise in trained men ([pdf original](#))

Gonzalez AM, Hoffman JR, Townsend JR y col
Physiol Rep 3(1): e12268, 2015

Hay una serie de factores que influyen en el proceso de remodelación muscular después del ejercicio de fuerza. Estos incluyen la ingesta nutricional, el nivel de entrenamiento y la predisposición genética. A nivel celular, las adaptaciones del tejido muscular esquelético parecen ser el resultado de los efectos acumulativos de cambios temporales en la expresión genética tras las sesiones agudas de ejercicio. El ejercicio de fuerza estimula la síntesis de proteínas musculares regulada por señales intracelulares anabólicas que dependen de la vía de señalización diana de rapamicina en células de mamífero (mTOR). Asimismo, se han observado incrementos significativos en la expresión de mRNA de las isoformas de la cadena pesada de miosina tipo I, IIA, and IIX 6 horas después de una sesión de entrenamiento de fuerza en hombres físicamente activos. El objetivo de este estudio fue investigar las respuestas de señalización anabólicas agudas en hombres experimentados en el entrenamiento de fuerza, así como examinar la asociación entre la distribución de las isoformas de la cadena pesada de miosina (MHC) y la magnitud de la señalización anabólica. Ocho hombres entrenados en fuerza (24.9 ± 4.3 años; 91.2 ± 12.4 kg; 176.7 ± 8.0 cm; 13.3 ± 3.9 % de grasa corporal) realizaron un protocolo de entrenamiento de fuerza de alto volumen del cuerpo entero (REX) y un protocolo de control (CTL) de modo equilibrado y siguiendo un orden aleatorio. Los participantes recibieron un desayuno, bebida de recuperación y comida estandarizados durante cada protocolo. Se realizaron biopsias musculares de aguja fina al inicio (BL), 2 h (2H) y 6 h después del ejercicio (6H). Las biopsias BL se analizaron para determinar la composición de isoformas de las MHC. La fosforilación de proteínas específicas de la vía de señalización Akt / mTOR y la expresión de ARNm de las MHC también se cuantificaron. La fosforilación de p70s6k fue significativamente mayor en REX en comparación con CTL en el momento 2H ($P = 0.04$). La expresión de ARNm de las MHC y otras moléculas diana de la vía Akt /mTOR no se vieron significativamente influenciados por REX. El porcentaje de isoformas MHC tipo IIX fue inversamente correlacionado ($P < 0.05$) con la expresión de ARNm de MHC tipo I y tipo IIA ($r = -0.69$ a -0.93). La fuerza máxima también fue inversamente correlacionada ($P < 0.05$) con la expresión de ARNm de MHC tipo I y tipo IIA ($r = -0,75$ a $-0,77$) y y la fosforilación de p70s6k ($r = -0,75$). Los resultados indican que la activación de p70S6K se produce dentro de las 2 horas tras un entrenamiento de fuerza en hombres con experiencia en entrenamiento de fuerza. Considerando que la ingestión de aminoácidos es un potente estímulo para la señalización proteica, puede ser que estos cambios sean debidos, al menos en parte, a la comida ingerida tras el ejercicio, y no sólo al estímulo del ejercicio. Además, los resultados también sugieren que las personas altamente entrenadas en fuerza tienen una respuesta anabólica aguda atenuada.

El entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo y el entrenamiento de fuerza tradicional hasta el agotamiento producen el mismo nivel de hipertrofia muscular

Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy

Farup J, Paoli F, Bjerg K, Riis S, Ringgard S, Vissing K
Scand J Med Sci Sports 25(6):754-63, 2015

Existe un gran interés por la búsqueda de estrategias que estimulen la hipertrofia muscular con el menor tiempo y esfuerzo posible. Parece claro que la carga mecánica, alcanzada a través de ejercicios de fuerza intensos, constituye un método efectivo para estimular la síntesis de proteínas. En los últimos años ha cobrado especial interés el entrenamiento de fuerza combinado con restricción del flujo sanguíneo, ya que, parece que con menos carga de trabajo se pueden alcanzar niveles similares de hipertrofia muscular. Este estudio investigó los efectos sobre la hipertrofia muscular de dos tipos de entrenamiento de fuerza igualados en carga: entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo (BFR) vs. entrenamiento de fuerza tradicional de 3 series (baja carga-TRT) llevados a cabo hasta la fatiga. 10 sujetos sanos y jóvenes llevaron a cabo el entrenamiento BFR de los flexores del codo de un brazo y el entrenamiento con baja carga-TRT de los flexores del codo contralateral con un 40% del 1RM hasta el fallo voluntario, 3 días por semana durante 6 semanas. Antes del periodo de entrenamiento, 3 días después (post-3) y 10 días después (post-10) se realizó una resonancia magnética (MRI) para estimar el volumen de los flexores del codo y el contenido de agua a lo largo del periodo de entrenamiento. Los cambios agudos en el grosor muscular tras una serie de ejercicio fueron medidos a través de ultrasonido para determinar el aumento muscular durante las siguientes 0-48h tras el ejercicio. El trabajo total fue 3 veces menor para el entrenamiento BFR en comparación con el entrenamiento con baja carga-TRT ($p < 0,001$). Tanto el entrenamiento BFR como con baja carga-TRT aumentaron el volumen muscular en un 12% aproximadamente en las medidas post-3 y post-10 ($p < 0,001$) sin cambios en el contenido de agua determinado a través de RMI. El entrenamiento aumentó el grosor muscular durante las 48h posteriores al ejercicio ($p < 0,001$), siendo el mayor aumento con el entrenamiento BFR ($p < 0,05$). Se observaron grandes ganancias de hipertrofia muscular tras solo 6 semanas de entrenamiento. En conclusión, un entrenamiento BFR y un entrenamiento con baja carga-TRT, llevados a cabo en los músculos flexores del codo, son capaces de inducir hipertrofia muscular al mismo nivel, teniendo en cuenta que el ejercicio se realiza hasta el agotamiento voluntario. Además la respuesta hipertrófica puede, en parte, estar relacionada con el aumento en la retención de agua por el músculo tras ejercicio, siendo un estímulo persistente sobre los mecanorreceptores que participan en la síntesis de proteínas.

Respuestas agudas y daño muscular en diferentes protocolos de carrera interválica de alta intensidad

Acute responses and muscle damage in different high-intensity interval running protocols

Wiewelhove T, Fernandez-Fernández J, Raeder C y col
J Sports Med Phys Fitness (epub ahead of print), 10-feb 2015

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT) en una modalidad de entrenamiento muy utilizada en el entrenamiento actual. A través de este tipo de entrenamiento los atletas pueden mejorar las funciones cardiorrespiratoria, metabólica y neuromuscular con menores volúmenes de entrenamiento. Con el fin de aplicar correctamente estos protocolos se hace necesario conocer en profundidad las respuestas obtenidas con diferentes protocolos, entre las que destacan las respuestas neuromusculares en general, y el posible daño muscular en particular. El objetivo de esta investigación fue evaluar las respuestas agudas y el daño muscular inducido por el ejercicio en cinco diferentes protocolos de HIT ajustados a la máxima velocidad obtenida en un test intermitente de 30-15. Participaron 16 sujetos entrenados (edad: 24,6 años; $VO_2\text{max}$: 58,3 ml/kg/min) que realizaron 5 protocolos diferentes separados por 6 días entre ellos (P_{240} : 4x4 min 80% V_{IFT} ; P_{120} : 7x2 min 85% V_{IFT} ; P_{30} : 2x10x30 s 90% V_{IFT} ; P_{15} : 3x9x15 s 95% V_{IFT} ; P_5 : 4x6x5 s sprints). Se valoraron lactato sanguíneo (La), pH sanguíneo, CK, frecuencia cardiaca (HR), RPE, DOMS y altura en un test de salto con contramovimiento (CMJ). Los resultados mostraron un efecto significativo del protocolo ($p<0,05$) en las respuestas agudas de HR, RPE y La con valores incrementando con los protocolos más largos (P_{15} , P_{120} , P_{240}), mientras que el pH respondió de manera inversa. En contraste, P_5 produjo el lactato más alto y el menor pH. 24 h después del ejercicio, CK, DOMS y el descenso de la altura en CMJ fueron mayores después de P_5 frente a los otros protocolos ($p<0,05$). En conclusión, los diferentes protocolos de HIT se asocian a respuestas fisiológicas diferentes y a distinto grado de afectación muscular. Así, los protocolos más largos en sus intervalos con intensidades submáximas provocan mayores respuestas cardiorrespiratoria y muscular, mientras que los protocolos de sprint inducen mayor daño muscular y dolor muscular tardío con descenso de la fuerza.



Los efectos del volumen ajustado durante el entrenamiento de fuerza de la extensión lumbar aislada en hombres entrenados de manera recreativa

The effects of set volume during isolated lumbar extension resistance training in recreationally trained males ([pdf original](#))

Steele J, Fitzpatrick A, Bruce-Low S, Fisher J
PeerJ 3: e878, 2015

El ejercicio diseñado para acondicionar la musculatura involucrada en la extensión lumbar está comúnmente incluido en los programas de entrenamiento de fuerza, debido a que el dolor zona baja de la espalda está asociado a un mal acondicionamiento muscular de esta zona. Por tanto, la eficacia del acondicionamiento de estos músculos es de interés. Evidencias previas sugieren que el ejercicio aislado de esta zona es más eficaz, sin embargo, se desconocen los mejores medios para el entrenamiento de la musculatura de la zona lumbar. El volumen de entrenamiento es una variable fácilmente manipulable y ajustable de acuerdo al estatus de entrenamiento. Por ello, este estudio investigó los efectos del ajuste del volumen durante la extensión lumbar aislada en los 26 hombres entrenados que completaron el estudio. Dicho estudio consistía en una sesión de ejercicio por semana durante 6 semanas de entrenamiento, en los cuales los participantes fueron divididos en 3 grupos: 1 serie (1ST), 3 series (3ST) y grupo sin ejercicio de la zona lumbar (CON). La fuerza de la zona lumbar se analizó antes y después de la intervención y los resultados mostraron que tanto el grupo 1ST como el grupo 3ST mejoraron significativamente la fuerza de los músculos de la zona lumbar comparado con el grupo CON ($P < 0.05$). Sin embargo, no se observaron diferencias entre los grupos 1ST y 3ST. Los autores de este estudio concluyeron, de acuerdo a los datos presentados, que el entrenamiento de la musculatura lumbar durante 6 semanas en sujetos entrenados, con una frecuencia de 1 día por semana, mejora la fuerza de estos músculos, y dichas mejoras no se ven afectadas por la diferencia en el volumen de ejercicio.

Respuestas de TNF- α y TNFR α 1 a distintas terapias de recuperación tras un ejercicio de fuerza intenso

TNF- α and TNFR1 responses to recovery therapies following acute resistance exercise ([pdf original](#))

Townsend JR, Hoffman JR, Fragala MS y col
Front Physiol 6:48, 2015

Un ejercicio intenso normalmente resulta en daño muscular considerable que puede afectar al rendimiento atlético posterior. El factor de necrosis tumoral α (TNF- α) es una citokina multifuncional envuelta en la regulación de la inflamación y del daño tisular. Entre sus múltiples funciones, tiene un papel inflamatorio en la degradación del tejido y puede inducir tanto necrosis como apoptosis de los miocitos, que se acompaña de un declive en las propiedades contráctiles del músculo y disminución del rendimiento. Los atletas utilizan distintas modalidades de recuperación para intentar contrarrestar la respuesta inflamatoria que acompaña los efectos dañinos del ejercicio intenso. La inmersión en agua fría (CWI) es una de las modalidades de recuperación más utilizadas entre atletas para acelerar la recuperación y la reparación muscular, aunque las investigaciones acerca de la misma es contradictoria. La electroestimulación neuromuscular (NMES) es otra terapia muy utilizada para la rehabilitación y recuperación muscular, por su aumento en el flujo sanguíneo a la zona muscular dañada. El objetivo de este estudio fue investigar la eficacia de la CWI y la NMES sobre la interacción celular entre los niveles de TNF- α y la expresión de su receptor TNFR1 en los monocitos humanos en respuesta a un ejercicio de fuerza intenso. 30 hombres entrenados en fuerza llevaron a cabo un protocolo de ejercicio de fuerza intenso 3 días consecutivos, seguido por 1 de los tres métodos de recuperación (CON, NMES y CWI). Los niveles de TNF- α circulantes fueron analizados y la expresión del TNFR1 en los monocitos CD14 $^{+}$ fue medida a través de citometría de flujo antes (PRE), inmediatamente después (IP), 30 minutos después (30M), 24 horas después (24H) y 48 horas después del ejercicio. Los niveles de TNF- α se elevaron en IP ($p=0,001$) y en 30M ($p=0,005$) y disminuyeron a las 24H y 48H de la recuperación en CON ($p=0,015$) y CWI ($p=0,011$). TNF- α no disminuyó significativamente durante la recuperación en el grupo NMES. La expresión de TNFR1 estuvo elevada ($p<0,001$) a los 30M en comparación con PRE y con cualquier otro punto de tiempo. Durante la recuperación (24H, 48H) del ejercicio que produjo daño muscular, el tratamiento con NMES parece prevenir el declive en los niveles circulantes de TNF- α observado durante la recuperación en aquellos que no recibieron tratamiento o en aquellos que realizaron CWI. Estos datos contribuyen al estudio de las modalidades de recuperación y su efecto sobre la respuesta inmune en la recuperación del daño muscular inducido por ejercicios de fuerza intensos.

Entrenamiento de fuerza de baja intensidad con restricción de flujo sanguíneo: efectos sobre la función cardiovascular y la hipertrofia muscular en humanos

Low intensity resistance exercise training with blood flow restriction: insight into cardiovascular function, and skeletal muscle hypertrophy in humans ([pdf original](#))

Park SY, Kwak YS, Harveson A, Weavil JC, Seo KE
Korean J Physiol Pharmacol 19(3): 191-196, 2015

El descenso de la capacidad funcional en edad avanzada y en patología es una constante, estando en gran parte motivado por la inactividad física asociada a cada grupo poblacional. Este descenso de la capacidad funcional puede ser parcialmente atenuado o restaurado manteniendo o aumentando la fuerza y la masa muscular, que constituyen los dos elementos clave de una vida independiente y saludable. El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) ha considerado que el estímulo óptimo para mejorar la fuerza y la hipertrofia muscular corresponde a intensidades moderadas o altas de ejercicios de fuerza que impliquen de 8 a 10 modalidades de ejercicio. La frecuencia de entrenamiento propuesta es de 2-3/semana y la intensidad de más del 65% 1RM. Sin embargo, las personas de edad avanzada y algunos pacientes crónicos pueden tener serias dificultades de alcanzar tal intensidad de ejercicio en el entrenamiento de fuerza. Por otra parte, aunque el entrenamiento de fuerza se asocia a mejoras de la función muscular, el aumento de la presión arterial durante el ejercicio de fuerza en adultos mayores que padecen hipertensión u otras enfermedades cardiovasculares pueden hacer problemática su realización. Además, algunos estudios han observado que el entrenamiento de fuerza puede incrementar la rigidez arterial central y periférica así como la actividad simpática. Por lo tanto, es imperativo proponer un protocolo de entrenamiento alternativo centrado en la mejora de la fuerza muscular y la hipertrofia, pero sin los efectos secundarios sobre la función cardiovascular de adultos de edad avanzada. Recientemente, la restricción del flujo sanguíneo (BFR) combinado con entrenamiento de fuerza de baja intensidad (LIRE) se ha propuesto como un protocolo de utilidad para ganar fuerza y masa muscular sin aumentar la presión arterial. Así, mediante un manguito de presión inflado a 150-300 mmHg, generalmente en la raíz del miembro a entrenar, se provoca la restricción del flujo sanguíneo, mientras se ejercita a intensidades del 25-45% 1RM. Aumentos tanto de la fuerza como de la masa muscular han sido descritos por varios estudios en personas de edad avanzada. Además, algunos estudios han observado una reducción concomitante de la rigidez arterial, por lo que el principal beneficio de esta modalidad de entrenamiento es la mejora concurrente de la fuerza y función cardiovascular. No obstante, la seguridad del entrenamiento bajo oclusión vascular no ha sido totalmente establecida en algunas enfermedades.

Efectos agudos de diferentes técnicas de estiramiento sobre el número de repeticiones en una sola sesión de entrenamiento de fuerza del tren inferior del cuerpo

Acute effects of different stretching techniques on the number of repetitions in a single lower body resistance training session ([pdf original](#))

Sá MA, Neto GR, Costa PB y col
J Hum Kinet 45: 177-185, 2015

Numerosos autores han presentado resultados de investigaciones relacionadas con los efectos agudos de los diferentes métodos de estiramiento sobre el posterior rendimiento de la fuerza. Estos estudios compararon los efectos agudos del estiramiento estático sobre el rendimiento del pico de potencia máxima, daño muscular, resistencia muscular, contracción voluntaria máxima, y fuerza máxima 1RM. También se investigaron los efectos agudos del estiramiento dinámico en la fuerza, potencia muscular, el pico de potencia, el desequilibrio muscular y la activación muscular. Sin embargo, ningún estudio ha examinado los efectos agudos del estiramiento estático y dinámico en el rendimiento de una sesión entera de entrenamiento de fuerza. Este estudio tuvo como objetivo investigar los efectos agudos del estiramiento pasivo estático y el estiramiento balístico en el rendimiento del número de repeticiones máximas durante una sesión de entrenamiento de fuerza (RTS). Nueve sujetos varones fueron sometidos a tres condiciones experimentales: estiramiento balístico (BS); estiramiento estático pasivo (PSS); y un calentamiento específico (SW). El RTS se compuso de tres series de 12RM para los siguientes ejercicios: prensa de pierna 45 (LP), extensión de pierna (LE), curl de pierna (LC) y flexores plantares (PF). El rendimiento de las seis sesiones se evaluó tras 48 horas de diferencia. La primera visita consistió en una sesión de familiarización incluyendo métodos de estiramiento y ejercicios utilizados en el RTS. En la segunda y tercera visita, se realizaron un test de fuerza y un retest. Durante la cuarta a la sexta visita, los voluntarios realizaron al azar los siguientes protocolos: BS + RTS; PSS + RTS; o SW + RTS. Para la suma del número de RM de cada ejercicio de tres series, se encontraron diferencias significativas entre PSS vs. SW para el LP ($p = 0,001$); LE ($p = 0,005$); MF ($p = 0,001$); y PF ($p = 0,038$). Para la comparación entre los métodos de estiramiento PSS vs. BS, se encontraron diferencias significativas sólo para FP ($p = 0,019$). Al analizar el método de estiramiento BS vs SW, se encontraron diferencias significativas para LP ($p = 0,014$) y MF ($p = 0,002$). Para la suma total del número de RM de tres series de los cuatro ejercicios que componían el RTS, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las siguientes comparaciones: PPS vs. SW ($p = 0,001$), PPS vs. BS ($p = 0,008$), y BS vs. SW ($p = 0,002$). En consecuencia, los métodos de estiramiento estático pasivo y estiramiento balístico no deben recomendarse antes de un RTS ya que dificultan el posterior desempeño del entrenamiento de fuerza. Se necesita más investigación para investigar la influencia de las diferentes estrategias de estiramiento en una sesión de entrenamiento de fuerza de tren superior del cuerpo, en diferentes poblaciones, y con diferentes niveles de entrenamiento.



Daño en el músculo esquelético y el hígado en corredores de maratón durante una carrera de 100 km respecto a la edad y la velocidad de carrera

Damage to liver and skeletal muscles in marathon runners during a 100 km run with regard to age and running speed ([pdf original](#))

Jastrzębski Z, Żychowska M, Radziwiński Ł, Konieczna A, Kortas J
J Hum Kinet 45: 93-102, 2015

En los últimos años el número de personas que practican deportes como el maratón ha crecido enormemente. La práctica de este tipo de actividad no siempre tiene consecuencias positivas, e incluso se han dado casos de muertes repentinas tras la finalización de un maratón. Existen varios factores que pueden afectar a que la realización de un maratón sea sano o peligroso, como la velocidad de carrera y la edad de los participantes. Sin embargo, no existe consenso sobre que factor es más importante a la hora de afrontar una maratón con seguridad y menor riesgo de daño en los órganos. Este estudio analizó el posible daño muscular y hepático durante una carrera de 100 kilómetros y lo relacionó con la edad y la velocidad de carrera, en un intento de determinar la posible velocidad y distancia de seguridad de los corredores atendiendo a parámetros bioquímicos de la sangre. Catorce participantes varones, divididos en 2 grupos por edad (grupo A 32 ± 5 años; y grupo B 50 ± 9 años) e independientemente de la edad, en 2 grupos por la velocidad de carrera (A_1 2.8 ± 0.8 m/s; y B_1 2.4 ± 0.1 m/s) completaron los 100 km. Se obtuvieron muestras de sangre para analizar variables de daño muscular y hepático antes de comenzar a correr, cada 25 km de carrera y 24 horas después de finalizar. Se encontró un aumento progresivo de los niveles de alanina aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST), lactato deshidrogenasa (LDH), creatina kinasa (CK) y proteína C-reactiva (CRP) con la distancia recorrida que continuó con la recuperación 24 horas después ($p < 0.05$). Entre los grupos de edad, el aumento de los marcadores de daño hepático ALT y AST y del LDH fue mayor en el grupo de mayor edad a los 75 km y tras las 24h de recuperación ($p < 0.05$). Mientras, en los grupos de velocidad se no encontraron diferencias significativas en los marcadores de daño muscular y hepático. Por tanto, los datos de este estudio permitieron a los autores concluir que la respuesta al esfuerzo extremo se deteriora con la edad, en términos de respuesta activa.



El ejercicio de fuerza ipsilateral previene la sensibilización central inducida por ejercicio en el miembro contralateral: un ensayo aleatorio controlado

Ipsilateral resistance exercise prevents exercise-induced central sensitization in the contralateral limb: a randomized controlled trial

Hosseinzadeh M, Samani A, Andersen OK, Nosaka K, Arendt-Nielsen L, Madeleine P
Eur J Appl Physiol 115(11): 2253-62, 2015

Este estudio analizó la hipótesis de si una serie de ejercicio excéntrico (ECC2) provocaría un menor incremento en la sensibilidad del sistema nociceptivo espinal, y una reducción menor en la respuesta local de oxigenación de la sangre en el músculo tanto en la parte ipsilateral como la contralateral del músculo tibial anterior, comparado con la serie inicial (ECC1). Con este fin, 26 participantes realizaron 2 series de ejercicio excéntrico de alta intensidad en el tibial anterior con 2 semanas de separación. La mitad de los participantes realizaron las 2 series con la misma pierna (ipsilateral) y la otra mitad cada serie (ECC1 y ECC2) con una pierna (contralateral). El umbral de desaparición del reflejo nociceptivo (NWRT) y la respuesta local de oxigenación de la sangre en el músculo fueron evaluadas en el tibial anterior ejercitado antes, inmediatamente después, y 1 día posterior al ejercicio. El NWRT y la respuesta local de oxigenación muscular disminuyeron significativamente después de ECC1 ($p < 0.05$), pero el NWRT no sufrió cambios después de ECC2 en ninguno de los dos grupos. También se observaron menores descensos en la oxigenación local muscular después de ECC1 y ECC2 en ambos grupos (ipsilateral y contralateral) con diferencias similares entre series. Pero un aumento en la re-perfusión de oxígeno muscular solo se observó en el grupo ipsilateral. Por tanto, los resultados de este estudio sugieren que el efecto de una serie de ejercicio repetida de forma contralateral se asoció con la facilitación de los caminos neuronales medulares situados a un nivel homólogo de inervación, y que es improbable que la mejora de la re-perfusión de oxígeno tenga un rol importante en el efecto de una serie de ejercicio repetida de forma contralateral.



Hemodinámica del ejercicio aeróbico y de resistencia con restricción de flujo sanguíneo en adultos jóvenes y mayores

Haemodynamics of aerobic and resistance blood flow restriction exercise in young and older adults

Staunton CA, May AK, Brandner CR, Warmington SA
Eur J Appl Physiol 115(11): 2293-302, 2015

El entrenamiento de fuerza con altas cargas es, tradicionalmente, el método utilizado para paliar la atrofia muscular en población mayor. Sin embargo, en este tipo de población, muchas personas pueden tener contraindicado este tipo de entrenamiento. Por ello, el ejercicio con restricción del flujo sanguíneo (BFRE) es una potencial alternativa para el entrenamiento en personas mayores para limitar la atrofia muscular o provocar hipertrofia. Este método utiliza cargas ligeras (20-30 % 1RM) y a pesar de ello puede desarrollar la fuerza y el tamaño muscular. Por ello, en este estudio 11 adultos jóvenes (23 ± 2 años) y 13 adultos mayores (70 ± 5 años) realizaron 2 sesiones de entrenamiento aeróbico seguido de entrenamiento de fuerza. Alternando en cada tipo de entrenamiento el método (BFRE) y utilizando la otra sesión como control (CON). El entrenamiento de fuerza consistió en ejercicio de press de pierna (20% 1RM) y el aeróbico en caminar en tapiz rodante (4 km/h). La respuesta relativa al ejercicio con BFRE fue similar entre los 2 grupos de edad. En cuanto a la respuesta hemodinámica, la presión sanguínea aumentó más con BFRE comparado con CON y también en el press de piernas comparado con andar en el tapiz ($p < 0.01$). El gasto cardiaco aumentó de igual manera en BFRE y CON, mientras que en el ejercicio aeróbico aumentó más la FC y el disminuyó el volumen sistólico. En base a estos datos, este estudio concluye que BFRE supone un ligero mayor estrés hemodinámico que CON, aunque fue menor en el ejercicio aeróbico que en el de fuerza. Dado que las magnitudes hemodinámicas fueron similares entre grupos de edad, los datos sugieren que es apropiado prescribir ejercicio aeróbico con método BFRE para adultos mayores y que puede contribuir a limitar los efectos de la atrofia muscular relacionada con la edad.

La restricción del flujo sanguíneo evita el daño muscular pero no la señalización de síntesis de proteínas tras contracciones excéntricas

Blood flow restriction prevents muscle damage but not protein synthesis signaling following eccentric contractions ([pdf original](#))

Sudo M, Ando S, Poole DC, Kano Y
Physiol Rep 3(7): e12449, 2015

Existe un creciente cuerpo de evidencia que sugiere que el entrenamiento de fuerza combinado con la restricción del flujo sanguíneo (BFR) aumenta el tamaño muscular y la fuerza en humanos. Las contracciones excéntricas (ECC) inducen frecuentemente daño muscular severo. Sin embargo, se desconoce si se produce daño muscular y hasta qué punto alcanza el mismo tras la combinación de ECC+BFR debido a la dificultad de llevar a cabo estudios invasivos definitivos. Entender los mecanismos celulares subyacentes a la hipertrofia y las ganancias de fuerza y/o los efectos secundarios potenciales inducidos por el entrenamiento de fuerza combinado con el BFR extenderá el conocimiento básico de la función y adaptación muscular. Por tanto el objetivo de este estudio fue examinar el daño muscular en fibras musculares tras ECC + BFR a nivel celular. Se seleccionó ECC de alta intensidad para maximizar la posibilidad de crear daño muscular a la vez que señalización intracelular hipertrofica en un modelo animal "in vivo". Ratas Wistar macho fueron asignadas aleatoriamente a los siguientes grupos: ECC y ECC + BFR a diferentes niveles de presión de oclusión (140, 160, y 200 Torr). En todas las condiciones, se aplicó estimulación eléctrica a los músculos dorsiflexores simultáneamente mediante flexión plantar inducida de forma electromotora. Se observó histoquímicamente daño severo en las fibras musculares (área de fibras dañadas / área total de fibras analizadas) tras ECC ($26.4 \pm 4.0\%$). Sorprendentemente, el daño muscular fue despreciable tras ECC + BFR140 ($2.6 \pm 1.2\%$), ECC+BFR160 ($3.0 \pm 0.5\%$), y ECC + BFR200 ($0.2 \pm 0.1\%$). La fosforilación de la quinasa ribosómica S61 (S6K1), una diana molecular downstream de la fosforilación de la quinasa de la rapamicina (mTOR), aumentó tras ECC + BFR200 así como as ECC. Al contrario, la fosforilación de S6K1 no se vio alterada por la condición aislada BFR. Los presentes hallazgos sugieren que ECC combinado con BFR, pueden mejorar la síntesis de proteínas musculares incluso a altas intensidades de ejercicio sin daños apreciables a las fibras musculares. En conclusión, el incremento de la fosforilación de S6K1 tras ECC + BFR apoya la hipótesis de que el ECC de alta intensidad combinado con BFR produce una importante señalización hipertrofica y crecimiento muscular potencial sin producir el severo daño muscular asociado con ECC. Este estudio tiene implicaciones prácticas para la implementación de entrenamiento de fuerza excéntrico de alta intensidad combinado con restricción del flujo sanguíneo como una modalidad terapéutica.

Influencia del orden de los ejercicios en la actividad electromiográfica del tren superior durante un entrenamiento de resistencia

Influence of exercise order on electromyographic activity during upper body resistance training ([pdf original](#))

Soncin R, Pennone J, Guimarães TM, Mezêncio B, Amadio AC, Serrão JC
J Hum Kinet 44: 203-10, 2014

El propósito de este estudio fue investigar los efectos del orden de los ejercicios sobre la actividad electromiográfica en diferentes grupos musculares entre hombres jóvenes con experiencia en entrenamiento de fuerza. Se realizaron tres series de 8 RM de cada ejercicio en dos secuencias de orden: (A) la secuencia A: press de banca, press de pecho, press de hombros, abducción de hombro, press de banca con agarre cerrado y extensión de tríceps acostado; (B) la secuencia B: el orden inverso. La actividad electromiográfica se analizó en la cabeza esternocostal del pectoral mayor, deltoides anterior, y cabeza larga del tríceps braquial, normalizado para la contracción isométrica voluntaria máxima. La actividad muscular de la cabeza esternocostal del pectoral mayor, deltoides anterior, tríceps y cabeza larga braquial mostró una interacción significativa entre la secuencia y el ejercicio. La cabeza esternocostal del pectoral mayor mostró considerablemente mayor actividad en la secuencia A ($100,13 \pm 13,56\%$) que la secuencia B ($81,47 \pm 13,09\%$) para el press de pecho. El deltoides anterior mostró significativamente mayor actividad electromiográfica en la secuencia B ($86,81 \pm 40,43\%$) que la secuencia A ($66,15 \pm 22,02\%$) para el press de pecho, mientras que para la extensión de tríceps acostado, la actividad electromiográfica fue significativamente mayor en secuencia A ($53,89 \pm 27,09\%$) que la secuencia B ($34,32 \pm 23,70\%$). Para la cabeza larga del tríceps braquial, sólo el press de hombros mostró diferencias entre secuencias (A = $52,43 \pm 14,64$ vs. $38,53 \pm 16,26$). El presente estudio demostró que el orden de los ejercicios podría modificar el objetivo del rendimiento tras el entrenamiento, aunque no hubo alteración en el volumen y la intensidad del ejercicio. Estos cambios pueden dar lugar a diferentes adaptaciones al entrenamiento.

Cambios en los niveles séricos de mioquinas y en los antagonistas de la vía Wnt tras una carrera de ultramaratón

Changes in serum levels of myokines and Wnt-antagonists after an ultramarathon race ([pdf original](#))

Kerschman-Schindl K, Thalmann M, Weiss E y col
PLoS ONE 10(7): e0132478, 2015

La actividad física regular tiene un efecto positivo sobre el sistema músculo-esquelético pero el ejercicio demasiado extenuante puede ser diferente. Se sabe que durante y después de la actividad física tanto las citoquinas como las mioquinas pro y antiinflamatorias cambian, pero parece que el ejercicio demasiado extenuante tiene algunos efectos negativos provocando inflamación e incrementando la pérdida de hueso. Después de participar en carreras de 246 km de distancia se ha demostrado una supresión transitoria de los procesos de pérdida/formación de hueso y un incremento de la resorción ósea. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de la carrera Spartathlon sobre nuevos marcadores músculo-esqueléticos. Se obtuvieron muestras de sangre venosa antes e inmediatamente después de la carrera de 19 participantes de la Spartathlon. De 9 corredores que estuvieron disponibles después de la primera muestra se extrajo también 3 días después. Se determinaron los niveles séricos de miostatina, un inhibidor de la diferenciación miogénica, y su opuesto la folistatina así como la esclerostina y el dickkopf-1, ambos inhibidores de la señalización por vía Wnt, y marcadores de pérdida/formación de hueso. Los niveles séricos de miostatina fueron significativamente más altos después de la carrera. La folistatina solo mostró un incremento pasajero. Los niveles de esclerostina no difirieron significativamente antes y después de la carrera, mientras que los niveles de dickkopf-1 fueron significativamente reducidos. Se observó un descenso de los niveles de esclerostina y dickkopf-1 en el seguimiento. Los niveles de catepsina k no cambiaron. El incremento de los niveles séricos de miostatina aparece para reflejar los procesos catabólicos del músculo inducidos por el ejercicio demasiado extenuante. Después del periodo corto de supresión de la participación de los procesos de pérdida/formación de hueso en una carrera de ultramaratón parece iniciarse unos efectos positivos de larga duración sobre el hueso evidenciados por los bajos niveles de inhibición de la vía de señalización Wnt/ β -catenina.

Mayor fosforilación (activación) basal de AMPK α en el músculo de hombres que en mujeres: asociaciones con el rendimiento anaeróbico

Greater basal skeletal muscle AMPK α phosphorylation in men than in women: associations with anaerobic performance

Guadalupe-Grau A, Rodríguez-García L, Torres-Peralta R, Morales-Álamo D, Ponce-González JG, Pérez-Suarez I, Santana A, Calbet JA
Eur J Sport Sci (epub ahead of print), 2015

El músculo esquelético humano está compuesto por diferentes tipos de fibras musculares (I, IIa, y IIx), que difieren en sus características funcionales y metabólicas. Los músculos que poseen predominantemente fibras tipo I muestran una mayor capacidad oxidativa, mientras que aquellos en los que predominan las fibras tipo II están asociados con mayores niveles de fuerza y potencia muscular. Algunos estudios muestran que las mujeres tienen un mayor porcentaje de fibras tipo I en el vasto lateral que los hombres; Sin embargo, poco se sabe de los mecanismos moleculares que pueden explicar este dimorfismo sexual ni su posible asociación con el rendimiento anaeróbico. La proteína quinasa activada por AMP (AMPK), actúa como un "sensor energético" de la célula, y se activa mediante la fosforilación en su residuo de treonina 172 (Thr172), cuando existe un aumento en el ratio ATP/AMP dentro del músculo (p.ej. durante la contracción muscular en ejercicios de sprint). Por tanto, el grado de activación muscular basal de AMPK así como de otras señales intracelulares relacionadas con la biogénesis mitocondrial (PGC1 α) y el calcio (CnA y CaMKII) pueden explicar estas diferencias entre sexos en los fenotipos musculares. Este estudio tiene como objetivo investigar la asociación entre el sexo, la composición de tipos de fibras musculares, el rendimiento anaeróbico y las cascadas de señalización muscular que regulan el fenotipo muscular. Se obtuvieron biopsias musculares en 25 hombres y 10 mujeres, todos ellos jóvenes y sanos. Se midió el grado de fosforilación de Thr¹⁷²AMPK α , Ser²²¹ACC β , Thr²⁸⁶CaMKII así como la cantidad de proteína total de PGC-1 α , SIRT1, y CnA mediante Western blot y el rendimiento anaeróbico mediante el test de Wingate. El porcentaje de cadenas pesadas de miosina tipo I (MHC I) fue menor en los hombres (37.1 \pm 10.4 vs. 58.5 \pm 12.5, P < 0.01). Los niveles de testosterona total, libre, y el índice androgénico fueron mayores en los hombres (11.5, 36.6 y 40.6 veces, respectivamente, P<0.01). La fosforilación de AMPK α fue 2.2 veces mayor en hombres que en mujeres (P<0.01), mientras que Ser²²¹ACC β y Thr²⁸⁶CaMKII tendieron a ser mayores en los hombres (P = 0.1). La expresión proteica total de PGC1- α y SIRT1 fue similar entre sexos, mientras que la expresión de cna tendió a ser mayor en los hombres (P = 0.1). La fosforilación basal de AMPK α correlacionó linealmente con el porcentaje de MHC I en los hombres (r = 0.56; P < 0.01), pero no en las mujeres. No se observó ninguna asociación entre el rendimiento anaeróbico y la fosforilación basal en hombres y mujeres analizados por separado. En conclusión, la fosforilación muscular basal de AMPK α es mayor en hombres que en mujeres, sin efecto aparente en el rendimiento anaeróbico. Este estudio también indica que el grado de fosforilación basal de AMPK y CaMKII puede tener un papel importante en la regulación de los tipos de fibra musculares.

Glucógeno muscular esquelético post-ejercicio relacionado con citoquinas en plasma y contenido proteico de IL-6 muscular pero no con la expresión de ARNm de citoquinas musculares

Post-exercise skeletal muscle glycogen related to plasma cytokines and muscle IL-6 protein content, but not muscle cytokine mRNA expression ([pdf original](#))

Nieman DC, Zwetsloot KA, Meaney MP, Lomiwes DD, Hurst SM, Hurst RD
Front Nutr 2: 27, 2015

El papel de la disponibilidad de glucógeno en la contracción muscular como un mecanismo de señalización principal de expresión de ARNm de citoquinas y liberación en la circulación no está claro, y la interpretación se ha hecho más difícil a través de los diseños de investigación utilizando pequeñas muestras de sujetos y cargas de trabajo moderadas. El propósito de este estudio fue correlacionar los niveles de glucógeno muscular después del ejercicio con los cambios de citoquinas en plasma, y la expresión de citoquinas de ARNm muscular y contenido proteico. Veinticuatro corredores masculinos (edad $36,5 \pm 1,8$ años, $VO_{2\text{máx}} 60,0 \pm 1,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) corrieron dos veces (separados por 4 semanas) en cinta hasta el agotamiento al 70% del $VO_{2\text{máx}}$ (promedio de tiempo y distancia de $2,24 \pm 0,09$ h y $24,9 \pm 1,1$ km). Se tomaron biopsias musculares del vasto lateral y muestras de sangre antes y después de cada carrera, con IL-6, IL-8 y MCP-1 medidas en el músculo (ARNm y proteína) y plasma. Se promediaron los datos de las dos carreras. Los participantes experimentaron una disminución del $35,3 \pm 4,2\%$ ($P < 0,001$) en el contenido de glucógeno del músculo esquelético ($67,5 \pm 2,8$ a $44,3 \pm 3,7 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso húmedo). La expresión del ARNm muscular para IL-6, IL-8 y MCP-1 aumentó $7,34 \pm 0,90$, $13,9 \pm 2,3$, y $4,10 \pm 0,60$ veces, respectivamente (todos, $p < 0,001$). El contenido proteico de IL-6, IL-8 y MCP-1 de músculo esquelético aumentó $35,8 \pm 10,6$; $80,6 \pm 12,1$ y $105 \pm 17,9\%$, respectivamente (todos, $P \leq 0,005$). IL-6, IL-8 y MCP-1 en plasma se incrementaron $47,1 \pm 10,0$; $2,6 \pm 0,3$ y $1,6 \pm 0,1$ veces, respectivamente (todos, $p < 0,001$). Las concentraciones de glucógeno muscular post-ejercicio se correlacionaron negativamente con el tiempo de carrera hasta el agotamiento ($r = -0,70$; $p < 0,001$), y los cambios en el contenido proteico de IL-6 muscular ($r = -0,44$; $p = 0,049$), IL-6 ($r = -0,72$; $p < 0,001$), IL-8 ($r = -0,60$; $p = 0,002$), y MCP-1 en plasma ($r = -0,589$; $p = 0,002$), pero no con los cambios en el contenido proteico de IL-8 y MCP-1 muscular, o expresión de ARNm muscular para IL-6, IL-8 y MCP-1. Correr prolongada e intensamente aumentó la expresión de ARNm muscular, el contenido de proteínas musculares, y los niveles plasmáticos de IL-6, IL-8 y MCP-1, y los niveles de glucógeno muscular post-ejercicio fueron más fuertemente relacionados con los niveles de citoquinas en plasma, pudiendo ser esto debido en parte a la liberación de IL-6, IL-8 y MCP-1 a partir de fuentes extra-musculares, incluyendo el tejido adiposo y el cerebro.

Efectos profilácticos de la sauna en las DOMS de los músculos extensores de la muñeca

Prophylactic effects of sauna on delayed-onset muscle soreness of the wrist extensors ([pdf](#) [original](#))

Khamwong P, Paungmali A, Pirunsan U, Joseph L
Asian J Sports Med 6(2): e25549, 2015

Cuando un sujeto realiza ejercicios de alta intensidad o excéntricos, a los cuales su organismo no está acostumbrado, pueden causar el fenómeno del “daño muscular inducido por el ejercicio” (EIMD) que por lo general resulta en calambres, distensión muscular, deterioro de la función muscular y dolor muscular de aparición tardía (DOMS). En este estudio se investigaron los efectos profilácticos de una sesión de sauna en los síntomas asociados con el daño muscular provocados por ejercicios excéntricos en la musculatura extensora de la muñeca. Un total de veintiocho sujetos (n=28, edad media 20,9 años, SD = 1,6) se dividieron aleatoriamente en dos grupos, el de sauna (n = 14) y el grupo control (n = 14). En el grupo sauna, los sujetos recibieron la sauna de 15 minutos, a 77-82°C y al 15-30% de humedad relativa, antes del ejercicio excéntrico del extensor de la muñeca. Los ejercicios excéntricos se llevaron a cabo con el brazo no dominante utilizando un dinamómetro isocinético. La intensidad del dolor (PI), umbral del dolor de presión (PPT) y el rango de movimiento pasivo de flexión de la muñeca (PF-ROM) y de extensión (PE-ROM) se midieron como variables de dolor. La fuerza de agarre (GS) y la fuerza de los músculos extensores de muñeca (WES) se midieron como variables de funcionalidad de los músculos extensores de la muñeca. Todas las mediciones se realizaron al inicio, inmediatamente después y del 1º al 8º día después de las DOMS. Como resultante, el grupo sauna demostró significativamente un menor déficit en la ROM (flexión y extensión pasiva), GS y WES en el siguiente ejercicio que el del grupo de control (P <0,05). Por ello, la aplicación de sauna antes de las DOMS demostró eficacia en la reducción de la discapacidad sensorial (PF-ROM y PE-ROM) y la mejora de las funciones musculares (GS, y WES) en el grupo muscular extensor de la muñeca.

Adaptaciones fisiológicas y neuronales al ejercicio excéntrico: mecanismos y consideraciones para su entrenamiento

Physiological and neural adaptations to eccentric exercise: mechanisms and considerations for training ([pdf original](#))

Hedayatpour N, Falla D
Biomed Res Int 2015: 193741

Un ejercicio excéntrico, fase de cualquier movimiento donde desaceleramos una carga externa a favor de la gravedad, se caracteriza por efectos desfavorables iniciales tales como el daño muscular subcelular, dolor, disminución de la excitabilidad fibrilar y debilidad muscular inicial. Sin embargo, una combinación de estiramiento con sobrecarga, como ocurre en las contracciones excéntricas, es un estímulo efectivo para inducir adaptaciones fisiológicas y neuronales en el entrenamiento. Las adaptaciones inducidas por el ejercicio excéntrico incluyen hipertrofia muscular, aumento de la actividad cortical, y cambios en el comportamiento de las unidades motoras, los cuales todos contribuyen a la mejora de la funcionalidad muscular. En esta revisión se repasan las diferentes formas de entrenamiento que dan lugar a adaptaciones neuromusculares, se presentan los efectos del entrenamiento positivos del ejercicio excéntrico y las implicaciones para su entrenamiento. Los programas de entrenamiento destinados a la capacitación y rehabilitación de tendinopatías, distensiones musculares y lesiones de ligamento cruzado anterior (ACL) son los que contienen un mayor número de ejercicios excéntricos, debido a su gran potencial para producir grandes niveles de fuerza con un coste metabólico bajo. Los datos reportados por varios estudios sugieren que el estiramiento combinado con sobrecarga, como en las contracciones excéntricas, es el estímulo más eficaz para promover el crecimiento muscular y la mejora en la actividad neural de los músculos. Esto se evidencia por una mayor hipertrofia muscular, una mayor actividad neuronal y una mayor producción de fuerza después del ejercicio excéntrico versus ejercicio concéntrico e isométrico. Por lo tanto, el entrenamiento que implique verdaderas cargas excéntricas máximas podría ser más efectivo que el entrenamiento concéntrico o isométrico para desarrollar el crecimiento muscular y la eliminación de la inhibición neural, lo que lleva a una mejora significativa de la función muscular. Aunque hay efectos positivos, debe tenerse en cuenta que también puede haber efectos perjudiciales. Por ejemplo, el efecto desigual de los resultados de ejercicios excéntricos en cambios no uniformes en la activación muscular, que pueden conducir a desequilibrios de fuerza. Los estudios han confirmado que el ejercicio excéntrico intensivo puede tener un efecto diferencial en diferentes regiones musculares, potencialmente resultando en un desequilibrio de la actividad muscular y alteración de la distribución de la carga sobre las articulaciones. Por otra parte, el ejercicio excéntrico puede afectar la actividad refleja, lo que podría comprometer la estabilidad de la articulación durante perturbaciones. Por lo tanto, es importante considerar los efectos desfavorables iniciales, además de los beneficios a largo plazo.



Efectos del entrenamiento con resistencia variable en fuerza máxima: meta-análisis

Effects of variable resistance training on maximal strength: a meta-analysis

Soria-Gila MA, Chiroso IJ, Bautista I, Baena S, Chiroso LJ
J Strength Cond Res 29(11): 3260-70, 2015

El entrenamiento con resistencia variable (VRT) mejora el ratio de desarrollo de la fuerza, la coordinación entre antagonistas y sinergistas, el reclutamiento de unidades motoras, y reduce la caída de fuerza en los puntos débiles del movimiento. El propósito del estudio fue comparar en un meta-análisis los efectos a largo plazo (>7 semanas) de programas de VRT usando bandas elásticas o cadenas y un programa con resistencias constantes en deportistas y sedentarios. Se usaron criterios de modelo efectos aleatorios, utilizando 7 estudios y 235 sujetos. El VRT llevó a aumentos significativos en las ganancias de fuerza comparado con las respuestas obtenidas de ganancias con el entrenamiento tradicional con cargas. Así mismo el VRT podría ser usado como complemento al entrenamiento tradicional para variar el estímulo atlético una vez que el deportista se ha adaptado a estímulos previos. Parece que en sujetos no entrenados los resultados no muestran mejoras significativas comparándolo con aquellas que se pueden obtener sólo con métodos con pesos libres, salvo en casos en los que se pueden obtener mejoras en procesos de rehabilitación permitiendo el uso de elementos elásticos para conseguir mayores activaciones musculares con resistencias bajas. El VRT a largo plazo combinando la resistencia generada por cargas fijas con la VR usando cadenas o bandas elásticas unidas a barras, se posiciona como método efectivo y con evidencias para aumentar la fuerza máxima en deportistas y no entrenados.

Determinación de un índice de fuerza para la fuerza resistencia de miembros superiores en individuos sedentarios: un análisis transversal

Determination of a strength index for upper body local endurance strength in sedentary individuals: a cross sectional analysis ([pdf original](#))

Thomas E, Bianco A, Bellafiore M, Battaglia G, Paoli A, Palma A
Springerplus 4: 734, 2015

Un rango de equilibrio entre los músculos flexores y extensores es fundamental con el fin de prevenir patologías causadas por malas posturas o para asegurar la salud de la articulación como una medida de prevención de sobreentrenamiento en grupos musculares específicos. En general, una relación óptima ofrece una indicación sobre el estado de salud de una articulación, por ejemplo relaciones más altas implican una mayor fuerza del agonista o antagonista muscular que puede conducir a malas posiciones o patrones de movimiento alterados. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue examinar la relación de fuerza entre "tracción" y "empuje" en personas sedentarias. 212 participantes sanos, de ambos sexos (139 varones y 73 mujeres; edad de $32 \pm 13,3$ años; peso $70,2 \pm 14,1$ kg; altura 173 ± 9 cm) fueron reclutados para la investigación. La fuerza se evaluó a través de una nueva metodología: Tirando a través de una prueba de jalón al pecho y empujando a través de una prueba de press de pecho. Ambas pruebas se llevaron a cabo hasta el agotamiento con una sobrecarga del 30 % de cada participante sobre el peso corporal. Dicho método tiene como objetivo prevenir sobrecargas excesivas en personas sedentarias. Se analizaron las correlaciones de Pearson y una prueba t para evaluar las diferencias. Posteriormente, la relación de fuerza de resistencia local de tracción y empuje para ambos sexos se evaluó mediante medias. Se realizó una media de 57 repeticiones con el jalón al pecho mientras que se realizaron 34 repeticiones con el press de pecho. Se encontró una correlación de 0,42 entre el número de repeticiones de las dos pruebas. Se encontró una diferencia significativa ($p < 0,001$) entre dichos rendimientos. No se encontró correlación entre las medidas de fuerza y los parámetros antropométricos de los participantes. La relación entre la máquina de jalón y el press de pecho fue de 1,36: 1 para los hombres y de 2,69: 1 para las mujeres. Los resultados indican que los participantes sedentarios tienen más fuerza de resistencia local de tracción que de empuje. Dicha relación debe ser considerada como un valor normativo cuando se inician protocolos de ejercicio. El entrenamiento de fuerza llevaría a reducir la relación entre la musculatura de tracción y empuje y, teóricamente, equilibrar los resultados de la fuerza. El entrenamiento de fuerza se debe realizar con el fin de mejorar las medidas de fuerza de los músculos más débiles y reducir dicha relación.

Hidratación

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015





La suplementación con electrolitos durante una restricción severa de energía aumenta la capacidad de ejercicio en calor

Electrolyte supplementation during severe energy restriction increases exercise capacity in the heat

James LJ, Mears SA, Shirreffs SM

Eur J Appl Physiol 115(12): 2621-9, 2015

El objetivo de este estudio fue examinar los efectos de la suplementación con cloruro sódico y cloruro potásico durante 48 horas de restricción severa de energía sobre la capacidad de ejercicio en calor. 9 hombres completaron 3 sesiones de 48 horas: 1) ingesta de energía adecuada (100% de la energía requerida) + ingesta adecuada de electrolitos (CON); 2) ingesta de energía restringida (33% de la energía necesaria) + ingesta de electrolitos adecuada (ER-E); y 3) consumo de energía restringido (33% de la energía necesaria) + consumo restringido de electrolitos (ER-P). A las 48h, se determinó la capacidad de ejercicio en cicloergómetro al 60% del VO_2 pico en calor (35,2°C; 61,5% de humedad relativa). La pérdida de masa corporal durante las 48 horas fue mayor en la condición ER-P que en la ER-E ($p < 0,01$) y que en la CON ($p < 0,001$), y mayor en la ER-E en comparación con la condición CON ($p < 0,01$). El volumen plasmático disminuyó en la condición ER-P ($p < 0,001$), pero no lo hizo en ER-E o CON. La capacidad de ejercicio fue mayor en la condición CON y ER-E que en ER-P ($p < 0,01$), pero no fue diferente entre CON y ER-E ($p = 0,237$). La frecuencia cardíaca durante el ejercicio fue menor en las condiciones CON y ER-E que en ER-P ($p < 0,05$). Estos resultados muestran que la suplementación con cloruro sódico y cloruro potásico durante una condición de restricción energética atenuó la reducción de la capacidad de ejercicio que ocurría con la restricción energética sin suplementación. La suplementación mantuvo el volumen plasmático en los niveles iniciales y consecuentemente previno el aumento de la frecuencia cardíaca observada con la restricción energética sin suplementación. Estos resultados sugieren que los desequilibrios de agua y electrolitos asociados a una restricción energética y de electrolitos pueden contribuir a reducir la capacidad de ejercicio en calor.



Efectos de la aclimatación al calor a corto plazo con deshidratación permisiva sobre la termorregulación y el rendimiento en ejercicio con temperatura templada

Effect of short-term heat acclimation with permissive dehydration on thermoregulation and temperate exercise performance

Neal RA, Corbett J, Massey HC, Tipton MJ

Scand J Med Sci Sports (epub ahead of print), 29-jul 2015

Examinamos los efectos de la aclimatación a corto plazo con deshidratación permisiva (STHADe) sobre la aclimatación al calor (HA) y el rendimiento en bici en un ambiente templado. 10 hombres ciclistas entrenados (VO_{2max} : 63,3 (4,0) ml/kg/min) llevaron a cabo un programa STHADe que consistió en 5 días de ejercicio (máximo 90 min/día) en un ambiente caluroso (40°C, 50%RH) para alcanzar un estrés de calor isotérmico (temperatura rectal: 38,64 (0,27) °C). Los participantes se abstuvieron de tomar fluidos durante, y 30 minutos después de las sesiones HA. Antes y después del STHADe, se evaluó la HA durante un ejercicio con hidratación normal a una intensidad fijada (60 minutos) en condición de calor; los efectos de STHADe sobre la termorregulación fueron determinados también bajo condiciones templadas de temperatura (20 minutos de ejercicio a una determinada intensidad; 22°C, 60% RH). El rendimiento de pedaleo bajo condición templada fue medido a través de un ejercicio de intensidad creciente (GXT) y una prueba de 20 Km (TT). STHADe redujo el estrés térmico y cardiovascular en ambientes calientes y templados. El umbral láctico mejoró tras el programa STHADe ($p=0,006$), pero el rendimiento en TT no se vio afectado ($p>0,05$), aunque hubo una tendencia a conseguir mayor potencia media ($p=0,06$). En conclusión, STHADe puede reducir el estrés cardiovascular y térmico bajo condiciones de temperatura calurosas y templadas y existe evidencia del potencial ergogénico para ejercicios en condiciones templadas, pero se necesitarían regímenes de HA más largos para realmente influir de forma significativa sobre el rendimiento.

La restricción de flujo durante el ejercicio en calor reduce la tolerancia a la hipovolemia central progresiva

Fluid restriction during exercise in the heat reduces tolerance to progressive central hypovolaemia

Schlader XJ, Gagnon D, Rivas E, Convertino VA, Crandall CG
Exp Physiol 100(8): 926-34, 2015

No se conocen las interacciones entre la deshidratación, tal y como ocurre durante el ejercicio en calor sin hidratación, y la hipertermia sobre la habilidad de tolerar la hipovolemia central. Nosotros mostramos que una inadecuada ingesta de fluidos durante el ejercicio en calor puede limitar la tolerancia a la hipovolemia central incluso cuando se alcanza sólo media deshidratación. Estos hallazgos sugieren que la deshidratación durante el trabajo físico en calor tiene importante relevancia para proteger contra los posibles efectos adversos de una hemorragia posterior. Este estudio comprobó la hipótesis de que la deshidratación inducida por ejercicio en calor limita la tolerancia a la hipovolemia central. 11 sujetos sanos caminaron en un ambiente a 40°C, 30% RH en 3 ocasiones: 1) los sujetos caminaron 90 min bebiendo agua hasta igualar la pérdida por sudor (*hidratados*); 2) la ingesta de agua fue restringida, y el ejercicio se terminó cuando la temperatura intestinal llegó al mismo nivel que en la prueba *hidratados* (*deshidratados isotérmicos*); y 3) la ingesta de agua fue restringida y la duración del ejercicio fue de 90 min (*deshidratados con tiempo fijado*). Para cada prueba, se determinó la tolerancia a la hipovolemia central a través de un ejercicio con presión negativa progresiva de la parte inferior del cuerpo y se cuantificó el tiempo hasta el estado de presíncope. El aumento en la temperatura intestinal antes de la presión negativa del cuerpo inferior no fue diferente entre la situación de *hidratados* y la de *deshidratados isotérmicos*, pero ambos fueron menores que en la situación de *deshidratados con tiempo fijado*. Antes de la presión negativa de la parte inferior del cuerpo, el peso corporal no cambió en la prueba *hidratados* pero se redujo en la de *hidratados isotérmicos* y en la de *deshidratados con tiempo fijado*. El tiempo hasta el presíncope fue mayor en *hidratados* en comparación con *deshidratados isotérmicos* y *deshidratados con tiempo fijado*, que no fueron diferentes. Estos datos indican que una ingesta inadecuada de fluidos durante un ejercicio en calor reduce la tolerancia a la hipovolemia central independientemente de los aumentos en la temperatura corporal.

Efectos aislados y combinados de la deshidratación y la sensación de sed sobre el rendimiento en ejercicio en calor

Separate and combined effects of dehydration and thirst sensation on exercise performance in the heat ([pdf original](#))

Cheung SS, McGarr GW, Mallette MM y col
Scand J Med Sci Sports 25 Suppl 1: 104-11, 2015

Usando una infusión intravenosa, aislamos las consecuencias de la deshidratación del cuerpo a un 3%, de la no ingesta consciente de líquidos sobre el tiempo de rendimiento en ambiente caluroso. 11 ciclistas entrenados llevaron a cabo 90 min de pedaleo en bici al 50% de su VO₂máx seguido de una prueba de 20 km en un ambiente caluroso húmedo (35°C, 10% de humedad relativa y velocidad del viento = 3 m/seg) en condiciones de normohidratado-sin sed (EU-NT), normohidratado-con sed (EU-T), deshidratado-sin sed (DH-NT) o deshidratado-con sed (DH-T). La sed fue manipulada permitiendo (NT) o no permitiendo (T) el enjuague oral con agua a 35 °C ad libitum. Existieron distintos estados de hidratación, con $0,4 \pm 0,5\%$ de deshidratación tras la prueba de 20 Km en condición de normohidratación (EU) en comparación con $3,2 \pm 0,6\%$ en condición de deshidratación (DH) ($p < 0,001$). Se experimentaron mayores sensaciones de sed en T (7 ± 2 en una escala de 1-9) que en NT (4 ± 2 , $p < 0,001$) tras la prueba de 20 km. No se encontraron diferencias significativas en la potencia máxima durante la prueba entre las condiciones de hidratación (EU 202.9 ± 36.5 W vs DH 207.0 ± 35.9 W, $P = 0.362$) y las condiciones de sed (NT 203.3 ± 35.6 W vs T 206.6 ± 36.8 W, $P = 0.548$), así como tampoco hubo diferencias en los tiempos de competición ($p = 0,832$) o en el perfil de ritmo ($p=0,690$). Hasta una pérdida de un 3% del peso corporal, ni los efectos fisiológicos de un estado de baja hidratación ni la percepción de sed, por separado o combinados, afectan al rendimiento en un ejercicio submáximo mantenido en un ambiente caluroso en población sana.



Efectos de la hipohidratación sobre el rendimiento en sprints repetidos de 40 yardas

Effects of hipohydration on repeated 40 yard sprint performance

Gann JJ, Green JM, O'Neal EK, Renfro LG, Andre TL
J Strength Cond Res (epub ahead of print), 1-Sep 2015

Este estudio examinó los efectos de una hipohidratación sobre el rendimiento en sprints repetidos de 40 yardas. Atletas entrenados anaerómicamente ($n = 12$) completaron 2 series de sprints de 10x40 yardas seguidos de un test de agilidad (AT), deshidratados ($\approx 3\%$ del peso corporal (DT)), o normohidratados (HT). El análisis estadístico de las medias de los grupos indicó que la hipohidratación tuvo pocos efectos sobre los tiempos de sprint tanto para la primera (DT: 5.38 ± 0.37 ; HT = 5.35 ± 0.34) como para la segunda (DT = 5.47 ± 0.39 ; HT = 5.42 ± 0.39) serie de 10 sprints, alcanzando sólo diferencias significativas en los sprints número 2, 5 y 6. Sin embargo, cuando el rendimiento en los sprints se consideró de forma individual, se observaron mayores efectos. El 83% de los sujetos (10 de 12) experimentaron un cambio significativo ($\geq 0,1$ segundo) (positivo o negativo) en el tiempo medio de sprint (DT vs HT) para una o más series de 10 sprints. La percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) fue significativamente mayor (1 unidad sobre una escala de 10 puntos) para DT en todos los sprints durante la serie 1 y durante los dos primeros sprints de la serie 2. Estos resultados indican que el efecto de la hipohidratación sobre el rendimiento en sprints repetidos varía entre individuos. Algunos sujetos experimentaron mejoras en el rendimiento en situación de hipohidratación, mientras que otros experimentaron efectos negativos. La hipohidratación también resultó en un impacto negativo particularmente notable sobre las medidas de percepción del esfuerzo aun cuando el rendimiento fue similar.

Resistencia en ciclismo, ingesta de líquidos, estado de hidratación, sed y sensaciones térmicas: diferencias entre géneros

Endurance cyclist fluid intake, hydration status, thirst and thermal sensations: gender differences

Armstrong LE, Johnson EC, McKenzie AL, Ellis LA, Williamson KH
Int J Sport Nutr Exerc Metab (epub ahead of print), 19-Oct 2015

Esta investigación de campo midió las diferencias (ej: comportamiento con la bebida, estado de hidratación, percepción de esfuerzo) entre hombres y mujeres ciclistas de resistencia, que completaron un evento de 164 km en un ambiente caluroso (35°C de temperatura media del bulbo), para informar sobre recomendaciones de hidratación para atletas. Se recogieron 3 años de datos para crear 2 grupos de ciclistas: mujeres (n=15) y hombres (n=88). Las mujeres fueron significativamente más bajas ($p < 0,00001$) que los hombres (166 ± 5 versus 1179 ± 7 cm), más delgadas ($64,6 \pm 7,3$ versus $86,4 \pm 12,3$ kg), con un menor índice de masa corporal (IMC; $23,3 \pm 1,8$ versus $26,9 \pm 3,4$) y tuvieron menores índices de pre-eventos urinarios, pero fueron similares a los hombres en la edad (43 ± 7 versus 44 ± 9) años y el tiempo de ejercicio ($7,77 \pm 1,24$ versus $7,23 \pm 1,75$ h). Durante la carrera de 164 km, las mujeres perdieron menos masa corporal ($-0,7 \pm 1,0$ versus $-1,7 \pm 1,5$ kg; $-1,1 \pm 1,6$ versus $-1,9 \pm 1,8\%$ del peso corporal; $p < 0,005$) e ingirieron menos líquidos que los hombres ($4,80 \pm 1,28$ versus $5,59 \pm 2,13$ L; $p < 0,005$). Las mujeres ingirieron un volumen similar de líquidos a los hombres en relación a la masa corporal (ml/kg). Para controlar en función del rendimiento y las características antropométricas, 15 mujeres fueron emparejadas con 15 hombres en el tiempo de ejercicio y en el IMC; la densidad de la orina, el color de la orina y el cambio de la masa corporal (kg y %) fueron diferentes ($p < 0,05$) en 4 de las 6 comparaciones. No existieron diferencias de género para las sensaciones de sed, sensaciones térmicas o percepción de esfuerzo. En conclusión, las diferencias en la ingesta de líquidos y los índices de hidratación sugieren que las organizaciones profesionales de medicina deportiva deberían considerar el género e individualizar planes de ingesta de líquidos cuando elaboran recomendaciones de hidratación durante el ejercicio.

Ingesta de líquidos total en niños y adolescentes: estudio transversal en 13 países del mundo

Total fluid intake of children and adolescents: cross-sectional surveys in 13 countries worldwide ([pdf original](#))

Iglesia I, Guelinckx I, De Miguel-Etayo PM y col
Eur J Nutr 54 Suppl 2: 57-67, 2015

El objetivo de este estudio fue describir la ingesta total de líquidos (TFI) de acuerdo a las características socio-demográficas en niños y adolescentes de todo el mundo. Se recogieron datos de 3611 niños (4-9 años) y 8109 adolescentes (10-18 años) de 13 encuestas transversales (47% hombres). En 3 países, se reclutaron clases de forma aleatoria, con un diseño clúster estratificado. En los demás países, los participantes se aleatorizaron siguiendo un método cuota. La TFI (bebida de agua y líquidos de todo tipo) fue obtenida con una grabación específica de fluidos durante 7 días consecutivos. La idoneidad fue valorada comparando la TFI al 80% de la ingesta idónea (AI) para el total de agua ingerida según la Agencia Europea de Seguridad de los Alimentos. Se recogieron además datos de altura, peso y nivel socio-económico en la mayoría de los países. La media de TFI fue de $1,32 \pm 0,68$ a $1,35 \pm 0,71$ L/día. La no adherencia a la ingesta idónea de líquidos fue del 10% (Uruguay) al 90% (Bélgica). Las mujeres tuvieron más probabilidad de llegar a la ingesta idónea de líquidos que los hombres (4-9 años: 28%, OR 0,72, $p=0,002$; 10-18 años: 20%, OR 0,80, $p=0,001$), mientras que los adolescentes tuvieron menos probabilidad de llegar a la ingesta idónea que los niños (OR 1,625, $p<0,001$ en hombres y OR 1,625, $p<0,001$ en mujeres). En conclusión, una proporción alta de niños y adolescentes están en riesgo de no tener una ingesta adecuada de líquidos. Este riesgo es especialmente alto en hombres y adolescentes en comparación con mujeres y niños. Esto resalta la idea de que el consumo de agua entre las poblaciones más jóvenes es un asunto de interés global.



Efectos del estado de hidratación y la disponibilidad de fluidos sobre el consumo energético ad-libitum en un desayuno semisólido

Effect of hydration status and fluid availability on ad-libitum energy intake of a semi-solid breakfast

Corney RA, Horina A, Sunderland C, James LJ
Appetite 91: 399-404, 2015

Este estudio investigó los efectos del estado de hidratación y la disponibilidad de líquidos sobre el apetito y el consumo energético. 16 hombres llevaron a cabo una prueba durante 24 horas, visitando el laboratorio tras una noche de ayuno en 2 días consecutivos. Se les administraron comidas estandarizadas durante 24 horas y en el día 2 tomaron un desayuno semi-sólido ad-libitum. La ingesta de agua durante las 24 horas (0 ó 40 ml/kg) y la provisión de fluidos durante el desayuno fueron manipuladas para que los sujetos estuvieran normohidratados con (EU-F) y sin líquidos (EU-NF) disponibles en el desayuno; e hipohidratados con (HYPO-NF) y sin líquidos disponibles (HYPO-NF) en el desayuno. Se tomaron muestras de sangre (0 y 24 h), muestras de orina (0-24h) y respuestas subjetivas (0, 24 y 24.5 h). La condición HYPO disminuyó la masa corporal en un 1,8%. La osmolalidad del plasma y de la orina aumentaron, el volumen plasmático disminuyó durante la condición HYPO ($p < 0,001$). La cantidad total de orina fue mayor durante la situación EU que durante la HYPO ($p < 0,001$). El consumo energético ad-libitum no fue diferente entre las situaciones. El consumo de líquidos fue 200 ml mayor durante la situación HYPO ($p < 0,01$). Hubo un efecto interacción para la sed ($p < 0,001$), pero no para el hambre o la saciedad. Estos resultados muestran que la hipohidratación media producida por un consumo inadecuado de líquidos y la disponibilidad de líquidos durante una comida no influye en el consumo energético ad-libitum de un desayuno semi-sólido, al menos en hombres sanos y jóvenes.



El aumento del volumen hídrico está asociado a una disfunción contráctil en el gemelo tras el ultramaratón de montaña más extremo del mundo

The increase in hydric volume is associated to contractile impairment in the calf after the world's most extreme mountain ultra-marathon ([pdf original](#))

Vitiello D, Degache F, Saugy JJ, Place N, Schena F, Millet GP
Extrem Physiol Med 4: 18, 2015

Los estudios más recientes se han centrado en los efectos de correr un ultra-maratón de montaña (MUM) y sus resultados sobre la inflamación muscular, el daño y la pérdida de fuerza. Sin embargo, la asociación entre el edema periférico y la pérdida de fuerza muscular no está bien establecida. Nosotros probamos la hipótesis que, tras una MUM, la inflamación de los músculos inferiores de las piernas pudiera estar asociada a la pérdida de fuerza muscular. La función contráctil tanto de los extensores de la rodilla (KE) como de los flexores plantares del tobillo (PF) fue medida a través de estimulación eléctrica supramáxima, PS10 y PS100 de KE y PF fueron medidos a través de estimulación eléctrica neural transcutánea y se utilizó bioimpedancia para medir la composición corporal en corredores (n = 11) antes (pre) y después (post) de la MUM y se comparó con los controles (n = 8). La contracción máxima voluntaria de KE y PF disminuyó significativamente un 20% tras la MUM en los corredores. La hidratación de la masa libre de grasa (NF-Hyd) y el volumen de agua extracelular (Ve) aumentaron un 12% tras la MUM ($p < 0,001$) en los corredores. La circunferencia (+2%, $p < 0,05$) también aumentó. Se observaron relaciones significativas para los aumentos en porcentaje de Ve y NF-Hyd con las disminuciones en porcentaje de PS10 del PF ($r = -0,68$ y $r = -0,70$, $p < 0,05$) y con el aumento en porcentaje de la circunferencia del gemelo ($r = 0,72$ y $r = 0,73$, $p < 0,05$) en los corredores. En conclusión, este estudio sugiere que los aumentos tanto en la circunferencia como en el volumen hídrico estuvieron asociados a la disfunción contráctil en el gemelo de corredores de ultramaratón.



Respuestas de la cantidad total de agua, electrolitos y de la termorregulación a la reposición de agua ad libitum usando dos tipos distintos de sistemas de aporte de agua durante una marcha de 19 km

Total body water, electrolyte and thermoregulatory responses to ad libitum water replacement using two different water delivery systems during a 19-km route march

Nolte HW, Nolte K, van der Meulen J

J Strength Cond Res 29 Suppl 11: S88-93, 2015

Los sistemas de hidratación “sin manos” son frecuentemente propuestos para mejorar la hidratación y el rendimiento en poblaciones militares. El objetivo de este estudio fue medir si este tipo de sistemas realmente mejoran la hidratación en soldados haciendo ejercicio. Los sujetos completaron una marcha de 19 km mientras consumían agua ad libitum de una cámara de hidratación (BG) o de una cantimplora convencional (CG). El consumo de agua de 538 ml/h (BG) y 533 ml/h (CG) no provocaron diferencias en los cambios de la masa corporal, la osmolalidad del plasma, las concentraciones de sodio sérico, el agua corporal total o el tiempo requerido para completar la marcha. No hubo diferencias entre la temperatura en los dos grupos ni tampoco existieron diferencias entre los grupos para el equilibrio hídrico, la termorregulación o el rendimiento. Este hallazgo no es sorprendente debido a que la cantidad de líquido consumido ad libitum está determinado por los cambios en la osmolalidad sérica y no en el sistema de aporte de hidratación como se propone habitualmente.



Prácticas dietéticas observadas en ciclistas de ultra resistencia recreacionales en ambiente caluroso

Observed dietary practices of recreational ultra endurance cyclist in the heat

Kunces LJ, Johnson EC, Munoz CXy col

J Strength Cond Res (epub ahead of print), 17-Oct 2015

Las estrategias dietéticas para optimizar el rendimiento en ejercicio han sido debatidas en la literatura durante años. Para los atletas de resistencia, las recomendaciones se centran en dietas altas en hidratos de carbono con el fin de mejorar el rendimiento en los eventos deportivos. Sin embargo, las teorías sobre las dietas bajas en hidratos de carbono y su habilidad para proveer más energía pueden resultar beneficiosas en los atletas de resistencia. Así pues, el objetivo de este estudio fue observar el consumo de líquidos y sólidos de ciclistas de ultra resistencia recreacionales un día antes (ED-1), el día del evento (ED) y el día después del evento (ED+1), de una carrera de resistencia de 162 km en un ambiente caluroso, y después comparar los consumos dietéticos. 20 hombres (edad, 48 ± 8 años; peso, $85,1 \pm 13,4$ kg; altura, $178,2 \pm 7,4$ cm) recogieron lo que comieron y bebieron durante el ED-1, ED y ED+1. Se analizaron la composición de la dieta y la relación entre el consumo de hidratos de carbono y el tiempo de carrera. Los resultados mostraron que los atletas consumían una dieta alta en hidratos de carbono el día ED-1 (384 g/día), el día del evento (657 g/día), y el día ED+1 (329 g/día). Sin embargo no se observaron relaciones significativas entre el consumo de hidratos de carbono ($p > 0,05$) o el consumo energético ($p > 0,05$) y el tiempo de carrera. Como existe una gran variación y escasa correlación con el rendimiento, estos hallazgos sugieren que las recomendaciones de dietas altas en hidratos de carbono para atletas de resistencia general pueden no ser suficientemente específicas del deporte o individualizadas para ciclistas de ultra resistencia recreacionales, y que la composición de las dietas individualizadas podría mejorar los resultados de rendimiento.



Retención de líquidos, daño muscular y composición corporal alterada en un triatlón Ultraman

Fluid retention, muscle damage and altered body composition at the Ultraman triathlon

Baur DA, Bach CW, Hyder WJ, Ormsbee MJ

Eur J Appl Physiol (epub ahead of print), 11-Nov 2015

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de la participación en un triatlón de ultraresistencia de 3 días de duración (etapa 1: 10km de nado, 144,8 km de bici; etapa 2: 275,4 km de bici; etapa 3: 84,4 km de carrera) sobre la composición y la masa corporal, el estado de hidratación, hormonas, daño muscular y glucosa sanguínea. 18 triatletas (media \pm SD; edad $41 \pm 7,5$ años; altura 175 ± 9 cm; peso $73,5 \pm 9,8$ kg; hombres $n = 14$, mujeres $n = 4$) fueron evaluados antes y después de cada etapa de la carrera. La masa y la composición corporal fueron medidas a través impedancia bioeléctrica, el estado de hidratación a través de la velocidad de sedimentación de la orina, las hormonas y el daño muscular a través de la extracción de sangre venosa y la glucosa a través de una gota de sangre del pulpejo del dedo. Tras la carrera, se observaron cambios significativos que incluyeron: reducción en la masa corporal, en la masa grasa y el % de grasa corporal; aumentos en el % total de agua corporal y en la velocidad de sedimentación de la orina; y no hubo cambios en la cantidad total de agua y en la masa libre de grasa. Además se observaron aumentos extremadamente grandes en la creatin-kinasa, proteína C-reactiva, aldosterona y cortisol en combinación con una reducción en los niveles de testosterona y del ratio testosterona/cortisol. Se observaron relaciones significativas entre la aldosterona post-carrera y la cantidad total de agua ($r = -0,504$) y los cambios en el cortisol y la masa libre de grasa ($r = -0,536$). Finalmente, la glucosa sanguínea aumentó de manera escalonada antes de cada etapa. En conclusión, la participación en el ultraman de Florida supuso la retención de líquidos y alteraciones en la composición corporal, la salud muscular, las hormonas y el metabolismo.



El agua intracelular está relacionada con el tiempo de carrera en un medio maratón

Intracellular water is related to half-marathon race time ([pdf original](#))

Alvero Cruz J, Fernández Vázquez R

Nutr Hosp 32(s02): 10405, 2015

El entrenamiento y la competición de resistencia aeróbica pueden inducir en deshidratación crónica, que puede influir en el rendimiento. Los niveles de hidratación han sido clásicamente relacionados con el rendimiento aeróbico. Sin embargo se conoce menos su influencia sobre la relación entre el rendimiento aeróbico y el tiempo de carrera en corredores de media maratón. Existen ecuaciones para el análisis de la impedancia bioeléctrica que pueden predecir la cantidad total de agua (TBW) y la cantidad de agua extracelular (ECW) en poblaciones atléticas sanas. El objetivo de este estudio fue mostrar la relación entre el estado de hidratación y el rendimiento en el tiempo de carrera en una media maratón. 30 corredores de media maratón participaron en este estudio y fueron sometidos a una evaluación de la composición corporal en ayunas a través de un análisis de impedancia bioeléctrica. TBW y ECW fueron estimados y ICW fue calculado. Se hallaron los coeficientes de correlación de Pearson y se llevaron a cabo regresiones múltiples. El nivel de significancia se acordó en $P < 0,05$. No se observaron relaciones significativas entre el agua extracelular y el agua total ($r = -0,24$; $P = 0,28$ y $r = -0,36$; $P = 0,09$). El agua intracelular se relacionó con el tiempo de carrera del medio maratón ($r = 0,46$; $P = 0,03$). Las regresiones múltiples mostraron que ICW (agua intracelular) explicó el 21% de la varianza del tiempo de carrera ($R^2 = 0,21$, desviación estándar residual 6,9 min, $P = 0,03$). El rendimiento no se asoció al agua total corporal o al agua extracelular. En conclusión, nuestros resultados sugieren la importancia del estado de hidratación, en particular con el agua intracelular, en relación a los deportes de resistencia aeróbica.



Hipertermia, deshidratación y estrés osmótico: fuentes no convencionales de radicales libres inducidas por ejercicio

Hyperthermia, dehydration and osmotic stress: unconventional sources of exercise-induced reactive oxygen species

King MA, Clanton TL, Laitano O

Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 310(2): R105-14, 2015

Existe evidencia de que durante el ejercicio se da un aumento de los radicales libres en la circulación en humanos. Esto se ve reforzado cuando aumenta la temperatura corporal y disminuye cuando se suprime el aumento de temperatura corporal inducido por el ejercicio. La razón por la que la producción de radicales libres es dependiente de la temperatura corporal no está del todo clara. Esta revisión recoge los estudios realizados en humanos que contienen evidencia sobre los cambios oxidativos y antioxidantes observados en la sangre durante el ejercicio y que son dependientes de la temperatura y del equilibrio hídrico. En esta revisión se explican los posibles mecanismos que relacionan el ejercicio con las siguientes variables: tensión de cizalladura, efectos de la hemoconcentración, y vías de señalización que envuelven la osmoregulación muscular. Como las vías de la osmoregulación muscular raramente se discuten en este contexto, proveemos una revisión breve de los conocimientos actuales sobre la osmoregulación muscular y como puede estar ligada a la producción de oxidantes en ejercicio e hipertermia. Tanto la circulación sanguínea como las fibras musculares que participan en el ejercicio aumentan su concentración de osmolitos durante el ejercicio en calor, resultando en una competición por el agua disponible en el sarcolema muscular y otros tejidos. Concluimos que aunque existen múltiples posibles mecanismos responsables de los cambios en el equilibrio oxidante/antioxidante en la sangre durante el ejercicio, se puede apostar por el razonamiento de que una parte significativa de los radicales libres producidos durante el ejercicio reflejan requerimientos de adaptación a desafíos osmóticos, desafíos de hipertermia y pérdida del volumen de fluido circulante.



Hipohidratación y rendimiento: impacto del ambiente y de los mecanismos fisiológicos

Hypohydration and human performance: impact of environment and physiological mechanisms ([pdf original](#))

Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW
Sports Med 45 Suppl 1: 51-60, 2015

La pérdida de agua corporal >2% de la masa corporal se define como hipohidratación y puede ocurrir por la eliminación de sudor y/o por la diuresis tanto en ambientes de frío como en altura. La hipohidratación conlleva una pérdida de agua intracelular y extracelular proporcional al déficit de agua y de solutos. La hipovolemia iso-osmótica (debida a la exposición a la altura y al frío) resulta en mayores pérdidas de plasma para un déficit de agua determinado, que la hipovolemia hipertónica debida a la eliminación del sudor. La hipohidratación no afecta al rendimiento aeróbico a una intensidad submáxima de ejercicio en ambiente frío, a veces afecta al rendimiento aeróbico en ambientes templados, y normalmente afecta al rendimiento aeróbico en ambientes calurosos. La hipohidratación empieza a afectar al rendimiento aeróbico cuando la temperatura de la piel excede los 27°C, y con cada 1°C de aumento en la misma se afecta el rendimiento un 1,5% más. Además, la hipohidratación tiene un efecto sumatorio sobre la disminución en el rendimiento aeróbico en ambientes calurosos y en altura. Normalmente una hipovolemia absoluta (debida a la pérdida de volumen plasmático) combinado con una hipovolemia relativa (por la vasodilatación tisular) están presentes cuando existe una disminución del rendimiento aeróbico. La disminución del rendimiento aeróbico debido a una hipohidratación es probablemente debida a múltiples mecanismos fisiológicos que incluyen el estrés cardiovascular que actúa como un "eje", las temperaturas elevadas de los tejidos, y los cambios metabólicos, que están todos integrados a través del sistema nervioso central que reduce las órdenes motoras a los músculos esqueléticos.

Precisión en el color de la orina para detectar una pérdida igual o superior a un 2% de la masa corporal en hombres

Accuracy of urine color to detect equal to or greater than 2% body mass loss in men

McKenzie AL, Muñoz CX, Armstrong LE

J Athl Train 50(12): 1306-9, 2015

Tanto los clínicos como los atletas se pueden beneficiar de las herramientas de medida que se pueden aplicar en el campo, como puede ser el color de la orina para medir el estado de hidratación; sin embargo la eficacia diagnóstica de esta herramienta no se ha establecido aún. El objetivo de este estudio fue determinar la precisión del color de la orina como medida para distinguir un estado de hipohidratación (>2% de pérdida de la masa corporal (BML)) de un estado de normohidratación (<2% BML) tras un ejercicio en un ambiente caluroso. Se realizó un estudio de laboratorio controlado en el que participaron 22 hombres sanos (edad = 22 ± 3 años, altura = $180,4 \pm 8,7$ cm, peso corporal = $77,9 \pm 12,8$ kg, grasa corporal = $10,6\% \pm 4,6\%$). Cada participante pedaleó al $68\% \pm 6\%$ de su frecuencia cardíaca máxima en un ambiente caluroso ($36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) durante 5 horas ó hasta que se alcanzó el 5% BML. En el punto en el que se perdía un 1% BML se medía el color de la orina. La eficacia diagnóstica del color de la orina se midió usando un análisis de las características del área bajo la curva, las tasas de especificidad, de sensibilidad y de probabilidad. El color de la orina es útil como herramienta diagnóstica para identificar hipohidratación tras ejercicio en ambiente caluroso (área bajo la curva = 0,951, error estándar = 0,022; $P < 0,001$). Un color de la orina igual o mayor a 5 indica una $\text{BML} \geq 2\%$ con un 88,9% de sensibilidad y un 84,8% de especificidad (ratio de probabilidad positiva = 5,87, ratio de probabilidad negativa = 0,13). En conclusión, bajo condiciones de deshidratación aguda debida al ejercicio en ambiente caluroso, la medida del color de la orina puede ser una herramienta válida, práctica y barata para medir el estado de hidratación. Los investigadores deberían examinar la utilidad del color de la orina para identificar un estado de hipohidratación bajo distintas condiciones de BML.

Metabolismo

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Comparación de la deuda de oxígeno entre sesiones isocalóricas de ejercicio en estado estable aeróbico, intermitente aeróbico y entrenamiento de fuerza

EPOC comparison between isocaloric bouts of steady-state aerobic, intermittent aerobic and resistance training

Greer BK, Sirithienthad P, Moffatt RJ, Marcello RT, Panton LB
Res Q Exerc Sport 86(2): 190-5, 2015

La deuda de oxígeno es la cantidad de oxígeno consumida por el organismo desde inmediatamente después de realizar un ejercicio hasta el consumo de oxígeno normal en reposo. La deuda de oxígeno tras el ejercicio depende de la intensidad, duración, y el tipo de ejercicio. El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la intensidad y el tipo de ejercicio en la deuda de oxígeno mientras se controlaba la duración y el gasto calórico. Diez sujetos varones (22 ± 2 años) con una actividad física baja a moderada, realizaron 3 sesiones isocalóricas no aleatorias de ejercicio separadas por 7 días entre ellas. La primera sesión fue entrenamiento de fuerza (RT), la segunda sesión fue de ejercicio aeróbico de moderada intensidad en estado estable (SS), y la tercera sesión concluyó con una sesión aeróbica intermitente de alta intensidad (IT). El gasto energético total, la tasa de gasto de energía y la duración no difirieron entre las diferentes sesiones ($P > 0.05$). El ratio de intercambio respiratorio fue mayor tras la sesión RT que tras la sesión SS ($P < 0.05$). Después de 12 horas del ejercicio, la tasa del gasto energético basal fue mayor tras la sesión RT ($4,7 \pm 0,67$ ml/kg /min) y IT ($4,6 \pm 0,62$ ml/kg/min) en comparación con sus respectivas mediciones basales previos al ejercicio, y el ensayo SS ($4,3 \pm 0,58$ ml/kg/ min; $P = 0,008$). 21 horas después del ejercicio, la tasa del gasto energético basal fue mayor después de la sesión RT ($3,7 \pm 0,51$ ml/kg/min) y de la sesión IT ($3,5 \pm 0,39$ ml/kg/min) en comparación con la sesión SS ($3,2 \pm 0,38$ ml/kg/min; $P = 0,008$). La sesión SS no influyó en la tasa del gasto energético basal, ya sea en 12 horas o 21 horas después del ejercicio. Tanto la sesión RT como la sesión IT de ejercicio aeróbico, la deuda de oxígeno aumentó en un mayor grado de lo que lo hizo en la sesión SS, lo que indica que cualquiera de estos dos tipos de ejercicio pueden ser más eficaz en el aumento del gasto calórico total diario que el ejercicio aeróbico SS.

Estrés oxidativo y ejercicio agudo: CrossFit™ vs. Cinta

Acute exercise and oxidative stress: CrossFit™ vs. Treadmill bout ([pdf original](#))

Kluszczewicz B, Quindry CJ, Blessing LD, Oliver DG, Esco RM, Taylor JK
J Hum Kinet 47: 81-90, 2015

La popular modalidad de entrenamiento de alta intensidad conocida como CrossFit™ ha sido cuestionada por su relación con elevados riesgos de lesión y aspectos dudosamente saludables también asociados a elevados niveles de estrés inducido ligados a la estructura de corta duración, alto volumen, alta intensidad y períodos de recuperación poco definidos, propios de esta modalidad. El estrés oxidativo ocurre cuando el daño oxidativo a través de la especies reactivas de oxígeno (ROS) sobrepasan la defensa de los antioxidantes endógenos. Un prolongado incremento de los ROS puede ocasionar pérdida de la homeostasis a través de la modificación de proteínas y lípidos y está influenciado por el ejercicio. Así pues, el propósito de este estudio fue examinar la respuesta aguda redox al CrossFit™. Se compararon los resultados con dosis de alta intensidad en cinta (90% FCmax durante 20 min) como punto de referencia. Participaron 10 hombres que habían realizado previamente 3 ó 4 meses de CrossFit™. Realizaron un entrenamiento estándar (WOD "Cindy"). Se recogió toma de plasma en los puntos: preejercicio (PRE), inmediatamente postejercicio (IPE), 1 hora después (1-HP) y 2 horas post (2-HP), para examinar el daño oxidativo y la capacidad antioxidante. Atendiendo al daño oxidativo en sangre CrossFit™ y Cinta solicitaron un incremento dependiente en tiempo de peróxidos lipídicos en 1-HP (CrossFit™ 143%, Cinta 115%) y 2-HP (CrossFit™ 256%, Cinta 167%). Los carbonilos proteicos se incrementaron en IPE en CF sólo (5%), mientras que se produjo una reducción dependiente del tiempo en 1-HP (CrossFit™ 16%, Cinta 8%) y 2-HP (CF 16%, C1%) comparado con IPE. Atendiendo a la capacidad antioxidante, la potencia férrica reductora antioxidante también demostró un incremento dependiente del tiempo con CrossFit™ y Cinta: IPE (CF 25%, C 17%), 1-HP (CF 26%, C 4,8%), 2-HP (CF 20%, C 12%). La capacidad enzimática antioxidante mostró un decrecimiento dependiente del tiempo en IPE (CF 10%, C12%), 1-HP (CF 12%, C 6%), 2-HP (CF 7%, C 11%). No se encontraron diferencias en ningún biomarcador de estrés oxidativo más. CF solicitó una respuesta aguda de estrés oxidativo en sangre comparable al sistema de alta intensidad en cinta. Los resultados confirman que la intensidad de ejercicio y el tiempo de recuperación influyen las respuestas oxidativas.

Nutrición y Ayudas Ergogénicas

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



Influencia de 4 semanas de suplementación con colostro bovino en las respuestas de neutrófilos y la inmunidad de la mucosa en ciclismo prolongado

Influence of 4 weeks of bovine colostrum supplementation on neutrophil and mucosal immune responses to prolonged cycling

Jones AW, Thatcher R, March DS, Davison G
Scand J Med Sci Sports 25(6): 788-96, 2015

Actualmente es bien sabido que el ejercicio extenuante y/o de naturaleza prolongada puede conducir a perturbaciones transitorias significativas de la función inmune (inmunodepresión). Diversas intervenciones nutricionales se han investigado como estrategias para minimizar las perturbaciones inmunes y el riesgo de URI (enfermedad respiratoria superior) durante ejercicios prolongados, pero la mayoría carecen de evidencia para apoyar su uso. El colostro bovino (COL) es la leche inicial producida por una vaca en los primeros días después del parto y se ha defendido como una contramedida nutricional a la disfunción inmune inducida por el ejercicio. Los objetivos de este estudio fueron identificar los efectos de 4 semanas de suplementación con COL en las respuestas de neutrófilos y la inmunidad de la mucosa después de un ejercicio prolongado. En un estudio doble ciego, aleatorizado y con diseño de grupos paralelos, los participantes [edad 28 ± 8 años; masa corporal de 79 ± 7 kg; altura 182 ± 6 cm; consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) 55 ± 9 ml/kg/min] fueron asignados a 20 g por día de COL (n=10) o un placebo isoenergético/isomacronutriente (PLA; n=10) durante 4 semanas. Se obtuvieron muestras de sangre venosa y saliva no estimulada antes y después de 2,5 h de bicicleta en el 15% Δ (~55-60% VO_{2max}). Se observó una potente y significativamente mayor oxidación estimulada con formil-metionil-leucil fenilalanina en el grupo COL en comparación con el grupo PLA ($P < 0,05$) y una tendencia hacia la interacción de tiempo \times grupo ($P = 0,06$). Sin embargo, no hubo efecto de COL en el tráfico de leucocitos, en la potente oxidación estimulada con forbol-12-miristato-13-acetato, desgranulación de neutrófilos estimulado por bacterias, secreción salivar de IgA, ni la lactoferrina o la lisozima ($P > 0,05$). Estos resultados proporcionan una prueba más de los efectos beneficiosos de COL en la estimulación mediada por el receptor de potencial oxidativo de neutrófilos en un modelo de disfunción inmune inducida por el ejercicio. Sin embargo, no hubo ningún efecto de COL en todos los otros parámetros de la inmunidad innata y la mucosa. Se requiere más investigación para determinar estas características y también para dilucidar los mecanismos subyacentes a los efectos de la suplementación con COL a fin de definir el momento y/o la dosis óptima.

La ingestión de una dosis moderadamente alta de cafeína antes del ejercicio aumenta la producción energética post-ejercicio

Ingestion of a moderately high caffeine dose before exercise increases post-exercise energy expenditure

Fernández-Elías VE, Del Coso J, Hamouti N y col
Int J Sport Nutr Exerc Metab 25(1): 46-53, 2015

La cafeína es una de las drogas más utilizadas por sus propiedades ergogénicas, esto ha hecho que las investigaciones se centren en el rendimiento. Sin embargo, debido a que posee una vida media de 5-6 horas, la ingestión de cafeína antes del ejercicio puede tener efectos metabólicos y cardiovasculares una vez concluido el ejercicio. Una dosis alta de cafeína puede provocar taquicardias, elevación de la presión arterial, nerviosismo y afectar a la calidad del sueño después del ejercicio. Sin embargo existe controversia, según investigaciones previas, de cuáles son los posibles efectos metabólicos, cardiovasculares y respiratorios post-ejercicio de la ingestión pre-ejercicio de cafeína. El objetivo de este estudio fue determinar si la ingestión pre-ejercicio de distintas dosis designadas para mejorar el rendimiento, alteraron las respuestas metabólica, cardiovascular y respiratoria post-ejercicio. Doce participantes aeróbicamente entrenados pedalearon en 5 ocasiones distintas durante 60 minutos al 75% del VO_{2max} después de ingerir un placebo ó 0.5, 1.5, 3 y 4.5 mg/kg de peso de cafeína. Se analizaron en las 3 horas siguientes al ejercicio la FC, presión arterial y los niveles sanguíneos de glucosa, lactato y ácidos grasos libres. También se examinaron parámetros respiratorios [ventilación (V_E), volumen tidal (V_T) y frecuencia de respiración (R_F)], y la producción energética. Las variables cardiovasculares no se vieron afectadas durante las 3 horas post-ejercicio tras la ingestión de las distintas dosis de cafeína. Tampoco se vio afectada la R_F , sin embargo, la ingestión de una dosis de 4.5 mg/kg de peso incrementó la V_E , el V_T y la producción energía durante las 3 horas post-ejercicio ($p < 0.05$). Este incremento energético, que aunque representó un 15%, fue solo de 31 Kcal. Además, la contribución de los substratos energéticos no se vio alterada. El cálculo de correlación entre V_E y V_T ($r = 0.45$; $p < 0.05$) y V_E y la producción energética ($r = 0.72$; $p < 0.05$) reveló que el aumento de la producción energética post-ejercicio fue probablemente por cause de un incremento del coste energético de la ventilación.

Efectos de enjuagarse la boca con cafeína y maltodextrina sobre la P300, imágenes cerebrales y el rendimiento cognitivo

Effects of caffeine and maltodextrin mouth rinsing on P300, brain imaging and cognitive performance

De Pauw K, Roelands B, Knaepen K, Polfliet M, Stiens J, Meeusen R
J Appl Physiol 118(6): 776-82, 2015

Los enjuagues bucales (MR) con cafeína (CAF) y maltodextrina (MALT) parece que mejoran el rendimiento en ejercicio, debido principalmente a mecanismos centrales involucrados durante el enjuague a través de vías sensitivas provenientes de la cavidad oral. En este sentido, si el cerebro está influido por los enjuagues bucales, el rendimiento cognitivo podría estar alterado. Así pues, el objetivo de este estudio fue determinar los efectos del enjuague bucal con CAF y MALT sobre el rendimiento cognitivo y la actividad cerebral. 10 hombres sanos (edad 27 ± 3 años) llevaron a cabo 3 sesiones experimentales. Cada sesión incluyó 4 tareas Stroop: 2 tareas de familiarización, 1 tarea antes y 1 tarea después del enjuague. Se midió el tiempo de reacción (ms) y la precisión (%) de estímulos simples, congruentes e incongruentes. Se aplicó electroencefalografía (EEG) a lo largo del experimento para grabar la actividad cerebral. Se determinaron las amplitudes y latencias del P300 durante las tareas de Stroop antes y después del enjuague. Los sujetos recibieron un enjuague con CAF (0,3 gram/25ml), con MALT (1,6 gram/25ml) o placebo (PLAC) en un diseño transversal aleatorizado a doble ciego. Durante el enjuague bucal, se aplicó un técnica de imagen cerebral estandarizada de baja resolución. Las interferencias basadas en la magnitud mostraron que el enjuague con CAF es probablemente insignificante (63,5%) y probablemente beneficioso (36,4%) en comparación con el enjuague con placebo, y en comparación con el enjuague con MALT se mostró probablemente beneficioso en el tiempo de reacción con estímulos incongruentes (61,6%). Además, tanto la corteza orbitofrontal y prefrontal dorsolateral fueron activadas sólo durante el enjuague con CAF, lo que puede explicar los efectos beneficiosos probables en los tiempos de reacción. El enjuague con MALT aumentó la actividad cerebral sólo en la corteza orbitofrontal, sin embargo, esta activación cerebral no alteró el tiempo de reacción. Además, no se observaron diferencias significativas en la precisión de las respuestas a los estímulos entre las condiciones. En conclusión, este es el primer estudio que mide la influencia de distintos enjuagues bucales sobre el rendimiento cognitivo y la actividad cerebral usando EEG. Sólo el enjuague con CAF produjo un efecto beneficioso sobre el tiempo de reacción debido a la activación subsecuente de áreas cerebrales involucradas en la atención y en el recuerdo: corteza orbitofrontal y corteza prefrontal dorsolateral. La corteza orbitofrontal fue también activada durante el enjuague con MALT, sin embargo, el enjuague con ambas soluciones no mostraron diferencias en la amplitud y latencia del P300. Estos resultados, junto con estudios previos, refuerzan la idea de que el enjuague con CAF podría tener efectos beneficiosos sobre el rendimiento cognitivo y en comparación con su ingesta, el enjuague bucal no ocasionaría ninguna molestia gastrointestinal posterior así como ningún efecto negativo sobre el sueño.

Medias de compresión y recuperación funcional después de correr una maratón: un ensayo controlado aleatorizado

Compression socks and functional recovery following marathon running: a randomized control trial

Armstrong SA, Till ES, Maloney S, Harris G
J Strength Cond Res (pub ahead of print), 2015

El uso de medias de compresión tras un ejercicio extenuante de larga duración se ha convertido en una estrategia de recuperación comúnmente usada por los atletas de larga distancia. Ciertos estudios han mostrado algunas evidencias sobre la influencia de estas prendas en marcadores fisiológicos, sin embargo, existe escasa evidencia sobre los efectos de las medias de compresión en la recuperación funcional. Esta investigación tiene como objetivo arrojar luz sobre si el uso de medias de compresión durante 48 horas después de correr una maratón puede mejorar la recuperación funcional, medida por una prueba de esfuerzo cronometrada hasta el agotamiento 14 días después de la maratón. Los atletas ($n = 33$, edad = $38,5 \pm 7,2$ años) que habían participado en la maratón de Melbourne de 2012, en la maratón de Canberra 2013 o en la maratón de Gold Coast 2013 fueron reclutados y asignados aleatoriamente a dos grupos, un grupo que usaron medias de compresión (COM), y otro grupo placebo (PLB). Se realizaron pruebas de esfuerzo hasta el agotamiento 2 semanas antes y 2 semanas después de cada maratón. El tiempo hasta el agotamiento, los datos ventilatorios promedio y el ritmo cardíaco máximo se registraron. Se pidió a los participantes a llevar sus medias de compresión durante 48 horas inmediatamente después de completar la maratón. 33 participantes completaron los protocolos en la cinta rodante y se registraron los cambios en la duración del esfuerzo en la cinta rodante para cada participante. El grupo COM realizó un tiempo hasta el agotamiento 2 semanas después de la maratón que se incrementó en un 2,6% ($\pm 52s$ 103s). En la carrera del grupo PLB hasta el agotamiento el tiempo se redujo en un 3,4% ($-62s \pm 130 S$). $P = 0,009$. Estos datos demuestran un efecto beneficioso significativo de las medias de compresión en la recuperación funcional en comparación con el placebo. El estudio concluye que el uso de medias de compresión por debajo de la rodilla durante 48 horas después de correr una maratón se ha demostrado que mejora la recuperación funcional medida por una prueba de esfuerzo graduada hasta el agotamiento 2 semanas después del evento.



Efecto de la dosis de bebida energética en la capacidad de ejercicio, la recuperación y la variabilidad de la frecuencia cardiaca tras ejercicio de alta intensidad

Effect of energy drink dose on exercise capacity, heart rate recovery and heart rate variability after high-intensity exercise ([pdf original](#))

An SM, Park JS, Kim SH

J Exerc Nutrition Biochem 18(1): 31-9, 2014

El consumo de bebidas energéticas aumenta la energía física y mental de quien las ingiere. El principal ingrediente energético de estas bebidas es la cafeína. Es conocido el efecto de mejora en el rendimiento provocado por el consumo de cafeína, y también los posibles efectos secundarios derivados de dicho consumo. Debido al incipiente aumento en el consumo de bebidas energéticas, es necesario investigar los efectos del consumo de cafeína en bebidas energéticas que mejoran el rendimiento, dentro de una cantidad segura que no cause efectos secundarios. El propósito de este estudio fue analizar los efectos del consumo de bebida energética con cafeína sobre el rendimiento durante ejercicio de alta intensidad y la recuperación y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (FC). Los 15 participantes del estudio fueron divididos en 3 grupos de 5 atendiendo a su VO_{2max}/Kg de peso corporal para evitar diferencias debidas al nivel de acondicionamiento físico. Los 3 grupos fueron CON (grupo control que ingirió una bebida sin cafeína), ECG I (consumo de 1.25 mg/Kg de peso de cafeína) y ECG II (consumo de 2.5 mg/kg de peso de cafeína). Las bebidas se ingirieron 60 minutos antes de correr a una intensidad equivalente al 80% del VO_{2max} hasta que los participantes alcanzaron el 90% de su FC máxima predicha ($220 - edad$) o un cociente respiratorio (RER) de 1.15. Parámetros respiratorios, FC, presión arterial y el esfuerzo percibido (RPE) fueron medidos cada minuto durante el ejercicio. Tras el consumo de bebida energética con 2.5 mg/kg de peso de cafeína (ECG II) el tiempo hasta la fatiga fue significativamente mayor que el grupo control (672 ± 141 vs 474 ± 72 seg. respectivamente, $p < 0.05$), sin diferencias significativas entre las distintas dosis de cafeína. Además, no se observaron diferencias significativas entre grupos en FC, RPE, RER, presión arterial, recuperación de la FC ni variabilidad de la FC. Los datos de este estudio indican que el consumo de una bebida energética con una dosis de 2.5 mg/kg de peso corporal mejoran el tiempo hasta la extenuación durante el ejercicio de alta intensidad sin causar efectos secundarios indeseables en el sistema cardiovascular.

Balance energético de triatletas durante una competición de Ultra-Resistencia

Energy balance of triathletes during an ultra-endurance event ([pdf original](#))

Barrero A, Erola P, Bescós R
Nutrients 7(1): 209-222, 2015

Para los triatletas de ultra-resistencia (UET; 3.8 km nadando, 180 km en bicicleta, 42.2 km corriendo), una de las principales preocupaciones es la estrategia nutricional, dada la larga duración de este tipo de competición. El propósito de este estudio ha sido proporcionar una distribución adecuada de la energía y la ingesta de líquidos, y segundo objetivo fue estimar el gasto energético (GE) y el equilibrio de líquidos (intra y extracelulares) de los triatletas durante toda la carrera por medio de tres ecuaciones específicas diferentes. Para el estudio, se utilizó una muestra de once triatletas que realizaron un UET (n=11). Todos los alimentos y bebidas ingeridas durante la competición fueron pesados y registrados con el fin de evaluar la ingesta energética (IE). El GE se estimó a partir del registro de la frecuencia cardíaca (FC) durante la carrera, usando las regresiones individuales de FC - VO₂ desarrolladas a partir de tres pruebas incrementales en piscina de 50 m, cicloergómetro y tapiz rodante, realizadas dos semanas antes de la prueba. Para controlar la IE, los atletas consumieron en total un promedio del 90% de hidratos de carbono (CHO, ~84g/h), aunque ésta fue heterogénea entre los atletas, un 4% de proteínas, y 77±20g de grasa. Además, la masa corporal (BM), el agua corporal total (ACt) e intracelular (ACi) y agua extracelular (ACe) se evaluaron antes y después de la carrera usando un dispositivo de bioimpedancia multifrecuencia (BIA). La media de tiempo de competición y FC fue de 755±69 min y 137±6 latidos/min, respectivamente. La media de la IE fue 3643±1219 kcal y el GE estimado fue de 11.009±664 kcal. En consecuencia, los atletas mostraron un déficit de energía de 7.365±1.286 kcal (66,9%±11,7%). La BM disminuyó significativamente tras la competición, al igual que el ACt, cuyas pérdidas estaban más relacionadas con una reducción de los fluidos extracelulares (ACe) que los fluidos intracelulares (ACi). Los resultados confirman las altas demandas de energía del UET, que no son compensadas por la ingesta de nutrientes y líquidos, resultando en un déficit de energía grande. Los atletas que consumieron mayor cantidad de CHO encontraron mejores resultados, lo que relaciona su beneficio con las competiciones de resistencia, que combinado con la ingesta de proteínas, mejora la síntesis de éstas; pero no se encontraron datos significativos al respecto, debido a que la cantidad ingerida no podría ser la adecuada, al igual que con los lípidos. En cuanto a los datos de agua corporal, se encontraron pérdidas de líquido significativas (ACt, ACi y ACe) en la muestra. Se encontró una relación significativa y negativa entre las pérdidas de ACt y pérdidas de ACe. La pérdida de fluidos corporales no solo disminuye el rendimiento del ejercicio, también puede comprometer la función cardiovascular y la salud de atleta durante la competición. En consecuencia, se necesita investigar más sobre las necesidades de proteínas y lípidos en competiciones de ultra resistencia.

Efectos de la ingesta de aminoácidos ramificados durante el ejercicio de resistencia sobre marcadores de fatiga, daño muscular y metabolismo energético

Effect of BCAA intake during endurance exercises on fatigue substances, muscle damage substances, and energy metabolism substances ([pdf original](#))

Kim DH, Kim SH, Jeong WS, Lee HY
J Exerc Nutr Biochem 17(4): 169-180, 2013

Actualmente tanto deportistas amateurs como profesionales consumen más ayudas ergogénicas con el objetivo de mejorar el rendimiento y la suplementación de aminoácidos ramificados en el ejercicio de resistencia resulta de gran importancia. Durante el ejercicio de resistencia prolongado el aumento de utilización de aminoácidos ramificados por parte del músculo reduce su concentración en sangre durante el ejercicio y que conduce a una progresiva menor formación de glucosa a través de los aminoácidos ramificados. El objetivo principal del estudio fue examinar los efectos de la administración de aminoácidos ramificados sobre los marcadores de fatiga (Serotonina, Amonio y Lactato), daño muscular (CK y LDH) y metabolismo energético (Ácidos Grasos Libres y Glucosa) en el ejercicio de resistencia prolongado. 26 sujetos fueron aleatoriamente asignados a dos grupos, un grupo experimental (n=13, EXP) y un grupo placebo (n=13, CON). Los sujetos de ambos grupos pedalearon en cicloergómetro al 70% VO_2 max hasta el agotamiento. Al grupo EXP se le administró 78 ml/kg peso de aminoácidos ramificados antes de comenzar el ejercicio y al grupo CON la misma cantidad de una solución placebo. Se obtuvieron muestras sanguíneas 10 minutos antes del ejercicio, a los 30 minutos del ejercicio, al finalizar el ejercicio y a los 30 minutos de la finalizar el ejercicio. La relación entre los marcadores de fatiga, daño muscular y metabolismo energético después del ejercicio de resistencia indican una fuerte relación positiva entre LDH y amonio y una relación negativa entre LDH y AGL en el grupo EXP. También se encontró una fuerte relación negativa entre la glucosa y los AGL y una relación positiva entre la glucosa y la serotonina en el grupo EXP. Hubo una fuerte relación positiva entre la CK y LDH y una fuerte relación negativa entre glucosa y AGL en el grupo CON. Estos resultados indican que la suplementación con aminoácidos ramificados disminuye las concentraciones séricas de las enzimas intramusculares como la CK y la LDH tras un ejercicio extenuante. Esto sugiere que la suplementación con aminoácidos ramificados podría reducir el daño muscular asociado al ejercicio de resistencia al aumentar la disponibilidad de glucosa a través de los aminoácidos ramificados y reduciendo la fatiga por falta de substratos que a su vez conlleva el aumento de las enzimas marcadoras del daño muscular.

El consumo de leche tras ejercicio reduce el consumo energético posterior en mujeres que realizan ejercicio de forma recreacional

Milk consumption following exercise reduces subsequent energy intake in female recreational exercisers ([pdf original](#))

Rumbold P, Shaw E, James L, Stevenson E
Nutrients 7(1): 293-305, 2015

La leche es un tipo de alimento que contiene hidratos de carbono, electrolitos y proteínas de alta calidad (4:1 para la caseína y la proteína de whey), lo que resulta en una digestión y absorción más lenta de estas proteínas. Además, varios estudios han mostrado el efecto saciante de la leche frente a cualquier otra bebida con hidratos de carbono. Estas características hacen que la leche pueda ser considerada una excelente bebida para la recuperación post ejercicio, ya que puede mejorar la recuperación a la vez que ayuda a mantener un balance energético negativo. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la leche desnatada como bebida de recuperación tras un ejercicio en cicloergómetro de intensidad moderada-vigorosa, sobre el apetito y el consumo energético posterior en mujeres sanas que hacen ejercicio de forma recreacional. Se utilizó un diseño transversal aleatorio con 9 mujeres que hacían ejercicio de forma recreacional ($19,7 \pm 1,3$ años). Completaron un test para medir su VO_2 pico y realizaron 2 sesiones de ejercicio de intensidad moderada-vigorosa ($65\% VO_2$ pico) de 30 minutos de duración cada una, antes de las cuales tomaron un desayuno estándar. Tras cada sesión, ingirieron 600 ml de leche desnatada ó 600 ml de bebida de naranja (475 ml de zumo de naranja concentrado y 125 ml de agua), ambas bebidas isoenergéticas (0,88 MJ). 60 minutos después, se les ofreció una comida a base de pasta ad libitum. Se redujo el consumo energético absoluto en un $25,2 \pm 16,6\%$ tras el consumo de leche en comparación con la bebida de naranja ($2,39 \pm 0,70$ vs. $3,20 \pm 0,84$ MJ, respectivamente; $p < 0,001$). El consumo energético relativo (en relación al contenido energético de las bebidas de recuperación y el gasto energético) fue significativamente menor tras el consumo de leche en comparación con la bebida de naranja ($1,49 \pm 0,72$ vs. $2,33 \pm 0,90$ MJ, respectivamente; $p = 0,005$). No hubo diferencias entre los grupos en los parámetros subjetivos de hambre, saciedad y deseos de comer después del consumo de la bebida y 1 hora antes de la comida. Esta significativa reducción del consumo energético posterior al ejercicio tras la ingesta de leche sin variación en las sensaciones subjetivas de apetito, podría tener varias explicaciones. Parece que el tipo de proteínas, hidratos de carbono y contenido de calcio de la leche pudieran influir sobre el control del apetito. En este sentido, la leche contiene una gran cantidad de proteínas (80% caseína y 20% proteína de whey), que han demostrado tener un efecto saciante mayor que bebidas ricas en hidratos de carbono. Por otra parte, la principal fuente de hidratos de carbono en la leche es la lactosa que no es tan dulce como la glucosa y tiene un índice glucémico de 43 considerado como bajo. Aunque no se conoce con exactitud el impacto del índice glucémico per sé de las comidas, hace que la lactosa sea un azúcar particularmente saciante. Y, por último, existe evidencia reciente que apoya una posible relación negativa entre la presencia de Calcio en las comidas y el apetito tanto de forma aguda como crónica. En conclusión, este estudio muestra que el consumo de leche desnatada tras 30 minutos de ejercicio en bici moderado-vigoroso reduce el consumo energético posterior en mujeres que hacen ejercicio de forma recreacional.

Manipulaciones en el contenido de alcohol y sodio en la cerveza para la rehidratación post-ejercicio

Manipulation to the alcohol and sodium content of beer for post exercise rehydration

Desbrow B, Cecchin D, Jones A, Grant G, Irwin C, Leveritt M

Int J Sport Nutr Exerc Metab 25(3): 262-70, 2015

El consumo de cerveza después de la realización de ejercicio físico es una práctica habitual en deportistas profesionales y sobre todo en deportistas amateurs. La cerveza contiene una importante proporción de agua así como otros elementos importantes para la reposición de electrolitos y se ha postulado como una bebida adecuada para la rehidratación. Sin embargo se desconoce qué concentraciones de alcohol son las adecuadas para rehidratarse adecuadamente. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto sobre la rehidratación y la retención de líquidos de añadir diferentes cantidades de alcohol y sodio en la cerveza como bebida para la reposición de líquidos después del ejercicio. Doce voluntarios varones perdieron el equivalente al $2,03\% \pm 0,19\%$ de masa corporal realizando ejercicio de ciclismo. Los participantes fueron asignados al azar para consumir una cerveza de composición diferente en cuatro ocasiones distintas. Las distintas composiciones incluían cerveza de graduación baja en alcohol más $25 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de sodio añadido (LB + 25), cerveza de graduación baja en alcohol más $50 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de sodio añadido (LB + 50), cerveza de graduación media (MB + 0) sin sodio añadido y cerveza de graduación media más $25 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de sodio añadido (MB + 25). El volumen total de bebidas ingerido en cada ensayo fueron equivalentes al 150% de la pérdida de masa corporal durante el ejercicio, la bebida fue ingerida durante 1h después de finalizar el ejercicio. Los resultados obtenidos sobre la masa corporal, muestras de orina y hormonas reguladoras (aldosterona y vasopresina) se obtuvieron antes y después de 4 horas del consumo de bebidas. La producción total de orina fue significativamente menor en el ensayo LB + 50 ($1.450 \pm 183 \text{ ml}$) en comparación con el resto de ensayos, LB + 25 ($1796 \pm 284 \text{ ml}$), MB + 25 ($1786 \pm 373 \text{ ml}$) y MB + 0 ($1986 \pm 304 \text{ ml}$) (todos $p < 0,05$). Esto dio como resultado una masa neta significativamente mayor tras la ingesta de la bebida LB + 50 ($-0,97 \pm 0,17 \text{ kg}$) en comparación con todas las demás bebidas LB + 25 ($-1,30 \pm 0,24 \text{ kg}$), MB + 25 ($-1,38 \pm 0,33 \text{ kg}$) y MB + 0 ($-1,58 \pm 0,29 \text{ kg}$), todos ($p < 0,05$). No hubo cambios significativos en la aldosterona o la vasopresina que se asociaran con las diferentes composiciones de las bebidas. De estos resultados se concluye que la concentración de electrolitos en la cerveza con baja graduación en alcohol parece tener un impacto más significativo sobre la retención de líquidos después del ejercicio que los pequeños cambios en la graduación del alcohol en la cerveza.

Efectos de la dieta cetogénica sobre los marcadores de estrés oxidativo y capacidad antioxidantes en luchadores de Taekwondo

The effects of ketogenic diet on oxidative stress and antioxidative capacity markers of Taekwondo athletes ([pdf original](#))

Rhyu HS, Cho SY, Roh HT
J Exerc Rehabil 10(6): 362-6, 2014

Los deportistas de lucha deben cumplir con un límite de peso determinado por normativa de la competición. La mayoría de estos deportistas intentan competir en categorías de peso más ligero con el fin de aprovechar su mayor potencia muscular. Los métodos más usados para la pérdida de peso a corto plazo son el ejercicio intenso con el fin de producir la pérdida de líquidos corporales y la restricción calórica. El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de la dieta cetogénica durante 3 semanas sobre la pérdida de peso, los marcadores de estrés oxidativo y capacidad antioxidante en luchadores de Taekwondo. Los participantes seleccionados para el estudio fueron 18 luchadores de Taekwondo de entre 15 a 18 años de edad y que han practicado este deporte al menos durante los últimos 5 años seguidos. Los sujetos fueron aleatoriamente asignados a dos grupos, uno que siguió una dieta cetogénica (DC) y otro que no siguió una dieta cetogénica (NDC). En ambos grupos la dieta consistió en una restricción calórica del 25% sobre la dieta normal de los sujetos en términos energéticos. La composición corporal y los marcadores sobre el estrés oxidativo y la capacidad antioxidante como LDH (lactato deshidrogenasa), MDA (malondialdehído), ROS (especie reactiva de oxígeno), HDL (lipoproteína de alta densidad), y SOD (súperoxido de dismutasa) fueron medidos antes y después de 3 semanas de seguir las respectivas dietas. Los resultados del estudio mostraron que no se encontraron diferencias significativas en la composición corporal, ROS y SOD entre ambos grupos. El grupo DC mostró un nivel de HDL elevado y grupo NDC mostró un nivel de LDH y MDA elevado después de 3 semanas de dieta cetogénica. Estos resultados sugieren que la pérdida de peso producida por la restricción calórica y el ejercicio durante 3 semanas puede causar estrés oxidativo, y que la dieta cetogénica puede ser eficaz para prevenirlo. También se podría inferir que la dieta cetogénica puede ser eficaz para aumentar la capacidad antioxidante en sangre. La principal explicación para estas conclusiones es que se ha demostrado que el HDL es un antioxidante potencial en la acumulación de lípidos oxidados aunque se necesitan más investigaciones para poder confirmar los resultados de este estudio.

Máxima potencia explosiva de las extremidades inferiores antes y después de 35 días de reposo en cama bajo dietas con diferente ingesta energética

Maximal explosive power of the lower limbs before and after 35 days of bed rest under different diet energy intake

Rejc E, di Prampero PE, Lazzer S y col
Eur J Appl Physiol 115(2): 429-436, 2015

La microgravedad conduce a una disminución de la fuerza muscular, especialmente en los músculos posturales de la extremidad inferior. La atrofia muscular contribuye principalmente a esta adaptación negativa. El reposo en cama es un modelo reconocido basado en el vuelo espacial, que conduce a una importante disfunción muscular después de unas semanas. Contramedidas nutricionales durante la fase de descarga, mostraron posiblemente mitigar la pérdida de masa muscular y fuerza. El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de las dietas con diferentes consumos energéticos durante la inactividad prolongada en la composición corporal y la potencia explosiva en extremidades inferiores. Se investigaron los efectos del mayor o menor consumo energético de la dieta en la disminución de la potencia explosiva máxima de las extremidades inferiores, según lo determinado en un ergómetro de remo antes y después de 35 días de reposo en cama, en dos grupos parejos de jóvenes voluntarios sanos. La composición corporal y el volumen magro de las extremidades inferiores fueron también medidos. Después del reposo en cama, aumentó la masa grasa (+20,5%) en el grupo de ingesta energética más alta (n=9), mientras que disminuyó (-4,8%) en el grupo de ingesta energética inferior (n=10). Además, la pérdida de masa libre de grasa y volumen magro de la extremidades inferiores fue significativamente mayor en el grupo con consumo energético superior (-4,6 y -10,8%, respectivamente) en comparación con el inferior (-2,4 y -3,7%, respectivamente). Sin embargo, la pérdida de potencia explosiva máxima fue similar entre los dos grupos (-25,2 y -29,5% en el grupo de ingesta energética mayor y menor, respectivamente; $p=0,440$). En conclusión, se demostró por primera vez que la atenuación de la pérdida de masa muscular mediante la restricción calórica moderada de la dieta durante la inactividad prolongada no fue suficiente para reducir la pérdida de potencia explosiva máxima de las extremidades inferiores. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse según las características específicas de la presente configuración experimental (diferencia en el consumo energético entre grupos, así como la duración del reposo en cama) y no se debe generalizar esta contramedida nutricional por sí misma. Se necesitan más estudios para investigar si una mayor diferencia en el consumo energético entre grupos podría afectar a la cantidad de pérdida de masa muscular y por lo tanto, a la potencia muscular. Además, períodos más largos de inactividad física con una ingesta energética similar a los examinados en este estudio podrían tener efectos más pronunciados en la masa muscular y la función muscular.

El efecto de la suplementación con cúrcuma (curcumina) sobre las respuestas de citocinas y de marcadores inflamatorios después de 2 horas de ciclismo de resistencia

The effect of turmeric (Curcumin) supplementation on cytokine and inflammatory marker responses following 2 hours of endurance cycling ([pdf original](#))

Sciberras JN, Galloway SD, Fenech A y col
J Int Soc Sports Nutr 12(1): 5, 2015

Investigaciones previas apoyan la intervención nutricional para el mantenimiento de la función inmune en el periodo post-ejercicio. El ejercicio de resistencia estimula el incremento de las citoquinas en sangre durante el período post-ejercicio, como son la interleuquina 1 beta (IL-1 β), interleuquina 6 (IL-6), interleuquina 8 (IL-8), interleuquina 10 (IL 10) y el receptor antagonista interleuquina 1 (IL1-RA). La respuesta de estas citoquinas después del ejercicio pueden influencias la secreción de otras citoquinas que afecten al sistema inmune. Pueden aumentar la glucogenólisis hepática, afectar a los linfocitos, liberar la hormona antiinflamatoria cortisol, o estimular la liberación de proteína y glucosa del hígado. La cúrcuma es un antioxidante y antiinflamatorio, y se ha observado en estudios con ratas que después del ejercicio puede afectar a numerosas vías fisiológicas como la señalización de Akt, o la reducción de interleuquinas, jugando un papel importante en los procesos inflamatorios y patológicos. Basado en estos estudios en animales, el presente estudio tiene como hipótesis que la suplementación con cúrcuma en humanos puede reducir la liberación de citoquinas después de 2 horas en ejercicio bicicleta a una intensidad equivalente al 95% de su umbral de lactato. Once ciclistas de nivel recreacional realizaron 3 pruebas, con suplemento de cúrcuma (500 mg) o placebo durante 4 días y una prueba control (sin suplementación). Se analizaron los niveles de citoquinas, cortisol, proteína C reactiva y la percepción subjetiva de estrés por entrenamiento y la percepción de esfuerzo (RPE). El protocolo de ejercicio provocó un aumento en los niveles de IL-6 y IL1-RA, pero no en el resto de citoquinas. La suplementación con cúrcuma no produjo diferencias significativas respecto a las pruebas placebo y control en ninguna de las variables analizadas salvo en la percepción subjetiva de estrés por entrenamiento. Los sujetos reportaron puntuaciones “mejor que normalmente” con la suplementación con cúrcuma (P=0.04) comparado con la prueba placebo, a pesar de que no hubo diferencias en la RPE. Los datos de este estudio proporcionan una visión para futuros estudios con muestras mayores y múltiples dosis de cúrcuma para investigar si los diferentes regímenes de la cúrcuma pueden conducir a diferencias estadísticas de los niveles de interleuquinas en comparación con un control y placebo.

Efecto de una fórmula de extracto de té verde descafeinado sobre la oxidación de la grasa, composición corporal y el rendimiento del ejercicio

The effect of a decaffeinated green tea extract formula on fat oxidation, body composition and exercise performance ([pdf original](#))

Roberts J, Roberts MG, Tarpey M, Weekes J, Thomas CH
J Int Soc Sports Nutr 12(1):1, 2015

Los beneficios saludables cardio-metabólicos y antioxidantes del té verde con cafeína (GT) son conocidos por su contenido en polifenoles-catequinas, aunque se conoce menos sobre extractos descafeinados, particularmente en combinación con el ejercicio. El objetivo de este estudio fue, por tanto, para determinar si un extracto de té verde descafeinado (DGTE) influyó positivamente en la oxidación de grasas, la composición corporal y el rendimiento deportivo en participantes activos de forma recreativa. La muestra estaba compuesta por catorce hombres activos (n=14), controlando uno de los grupos con placebo. La intervención se diseñó en paralelo a doble ciego (media±SE; edad=21,4±0,3 años; peso=76,37±1,73kg; grasa corporal=16,84±0,97%, consumo máximo de oxígeno [VO₂peak]=3,00±0,10L/min). Los participantes fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos, los cuales ingerían DGTE (571 mg/día, n=7) o placebo (PL; n=7) durante 4 semanas. A raíz de los datos obtenidos de la composición corporal y medidas cardiovasculares de reposo, los participantes pedalearon durante 1 hora al 50% VO₂peak, seguido de una prueba de rendimiento de 40 minutos en las semanas 0, 2 y 4. La grasa y la oxidación de carbohidratos se evaluaron mediante calorimetría indirecta. Se recogieron muestras de sangre antes del ejercicio para la determinación de los ácidos grasos totales (TFA). La distancia recorrida (km) y la potencia de salida media (W) se evaluaron como criterios de rendimiento. Como resultado, el total de las tasas de oxidación de grasas se incrementaron un 24,9% a partir de 0,241±0,025 hasta 0,301±0,009g/min con DGTE (P=0,05; η²=0,45) en la semana 4, mientras que la utilización de sustratos no se alteró con PL. La grasa corporal disminuyó significativamente con DGTE un 1,63±0,16%, en contraste con PL durante el período de intervención (p<0,001; η²=0,84). No se observaron cambios significativos en los ácidos grasos libres (AGL) o la presión arterial entre los grupos. El DGTE resultó beneficioso en el 10,9% entre las distancias recorridas de 20,23±0,54 km y 22,43±0,40 km por semana 4 (P<0,001; η²=0,85). Por lo que a las 4 semanas intervención, el DGTE mejora favorablemente la utilización de sustratos y los índices de rendimiento posteriores, pero no altera las concentraciones de AGL en comparación con PL. Los resultados apoyan el uso de polifenoles-catequinas de los DGTE en combinación con la práctica de ejercicio de forma recreativa en voluntarios activos.

La suplementación con citrato sódico no mejora el rendimiento en luchadores entrenados simulando competición

Dietary sodium citrate supplementation does not improve upper-body anaerobic performance in trained wrestlers in simulated competition-day conditions

Aedma M, Timpmann S, Ööpik V

Eur J Appl Physiol 115(2): 387-396, 2015

La vinculación directa de la acidosis a la fatiga en ejercicios de alta intensidad es controvertida, diferentes estudios han mostrado que al aumentar la capacidad buffer intra y extracelular el rendimiento mejora en diferentes actividades deportivas. La ingesta con bicarbonato sódico o citrato sódico incrementan el pH de la sangre y el exceso de base, y esos cambios permiten un mayor flujo de H^+ y lactato desde las células musculares activas, retrasando el descenso del pH intracelular al nivel crítico donde la formación de ATP por la glucólisis llega a inhibirse. Por tanto, teóricamente la ingesta de esos alcalinizantes podría ser eficaz para mejorar el rendimiento en actividades que provocan disturbios en el equilibrio ácido-base. La lucha es una actividad intensa que genera acidosis marcada en los combates, y recientes hallazgos han mostrado que los luchadores entrenados en condiciones simuladas de competición (varios asaltos) no logran recuperar totalmente el equilibrio ácido base entre los asaltos sucesivos. El objetivo de esta investigación fue estudiar la influencia de la suplementación con citrato sódico sobre un test de rendimiento de sprint intermitente con la parte superior del cuerpo (UBISP) aplicado en cuatro ocasiones, simulando el formato de una competición. Aplicando un diseño doble ciego, 11 luchadores se ejercitaron en condiciones placebo (PLA) o experimental (EXP, 900 mg/kg de citrato sódico) durante un periodo de 17 h. Los sujetos completaron 4 test UBISP de 6 min de duración con 30 s de recuperación entre asaltos. Los resultados mostraron que en condiciones EXP se mantuvo un descenso del pH y un aumento de la concentración de bicarbonato durante los asaltos simulados (+25% en el primero y +39% en el cuarto). Después del primer asalto la concentración de lactato fue mayor en el grupo EXP. La percepción de esfuerzo fue menor en el grupo EXP, pero no se observaron diferencias significativas en la potencia pico o potencia media durante los 4 test ejecutados. En contra de la hipótesis previa, la administración de citrato sódico no mejoró los valores de potencia media y potencia pico en test simulados de rendimiento en luchadores. La ausencia de mejora del rendimiento puede ser debida a alto grado de entrenamiento de los sujetos, basados en las adaptaciones asociadas al entrenamiento que permiten alcanzar de manera fisiológica una elevada capacidad buffer intra y extra-celular, que minimizarían los efectos de los alcalinizantes externos. Los resultados de este estudio indican que en luchadores entrenados la suplementación con citrato sódico en el contexto de una simulación de combate indujo alcalosis metabólica, incrementando los niveles de lactato y descendiendo la percepción de esfuerzo pero no mejoró la potencia pico o media en los test de simulación realizados.

Factores que influyen en el coste energético en carrera a velocidad submáxima

Factors affecting the energy cost of level running at submaximal speed

Lacour JR, Bourdin M

Eur J Appl Physiol 115(4): 651-73, 2015

El control metabólico es un criterio esencial para la investigación de la eficiencia del trabajo mecánico y el análisis de rendimiento de resistencia en el running. La demanda metabólica se puede expresar como la 'energía gastada por unidad de distancia' (coste energético en carrera, Cr) o como la 'demanda de energía a una velocidad determinada (economía de carrera). Entre los factores que afectan al Cr, se incluyen los parámetros antropométricos como la masa corporal, la arquitectura musculoesquelética de la pierna, y sobre todo la longitud de la tuberosidad del calcáneo, debido a que el eje de la tuberosidad coincide con el vector resultante de las dos fuerzas del sistema aquileocalcaneo plantar: el vector del tríceps sural y el vector de las estructuras plantares, responsables del 60 al 80% de la variabilidad. Los niños muestran una Cr mayor que los adultos, debido a una evidencia sustancial de que la demanda de oxígeno al correr es mayor en los niños. Un metabolismo elevado en reposo y la relación entre el ratio entre longitud inferior de la pierna/estatura son los principales factores putativos responsables de la diferencia. El almacenamiento de energía elástica y su reutilización también contribuyen a la variabilidad de Cr, la combinación de la contracción del músculo pre-activado y el alargamiento del tendón elástico resulta en un aumento de almacenamiento de energía elástica asociada con pequeños cambios en la longitud músculo-tendón. El aumento del Cr con un incremento de velocidad de carrera, debido al aumento en trabajo mecánico, se ve atenuada hasta 6-7 m/s por el aumento de la rigidez vertical y la disminución en el tiempo de contacto. La fatiga inducida por un ritmo prolongado o intenso se asocia con hasta un 10% del aumento del Cr; pero la contribución de los factores metabólicos y biomecánicos sigue siendo poco clara. Las mujeres muestran una Cr similares a los hombres de masa corporal similar, a pesar de las diferencias en el patrón de marcha. La superioridad de los corredores africanos de raza negra está presumiblemente relacionada con su arquitectura musculoesquelética de la pierna y un mejor almacenamiento de energía elástica y su reutilización.

Efectos de la suplementación de sodio por vía oral en los índices de termorregulación en atletas de resistencia entrenados

Effects of oral sodium supplementation on indices of thermoregulation in trained, endurance athletes ([pdf original](#))

Earhart EL, Weiss EP, Rahman R, Kelly PV
J Sports Sci Med 14(1): 172-8, 2015

Basándose en las recomendaciones y las percepciones, muchos atletas de resistencia consumen suplementos de sal durante el ejercicio, a pesar de la posibilidad de que la sal puede afectar la termorregulación durante el ejercicio prolongado de resistencia. Las guías recomiendan el consumo de sodio durante el ejercicio para reemplazar las pérdidas de sudor; sin embargo, los efectos del sodio sobre la termorregulación son menos claros. El propósito principal de este estudio fue determinar los efectos del consumo de sal en dosis altas durante el ejercicio de resistencia de larga duración en los índices de la termorregulación en atletas de resistencia entrenados. Debido a los impactos de la termorregulación en otras áreas del rendimiento de resistencia, un objetivo secundario del estudio fue examinar los efectos de la suplementación de sal en la deriva cardiovascular, escala de esfuerzo percibido y el tiempo hasta el agotamiento. Para determinar los efectos de la suplementación de sodio de alta dosis sobre los índices de termorregulación y sus resultados relacionados, 11 atletas de resistencia participaron en un estudio doble ciego, aleatorizado, cruzado en el que se sometieron a 2 h de ejercicio de resistencia al 60% de la frecuencia cardíaca de reserva con 1800 mg de suplementación de sodio (SS) durante un ensayo y placebo (PL) durante el otro ensayo. Un test de tiempo de intensidad progresiva hasta el agotamiento se realizó después del ejercicio estable de 2 horas como una evaluación del rendimiento físico. La tasa de sudoración se calculó a partir de los cambios en el peso corporal, representando el consumo de líquidos y las pérdidas urinarias. La escala de esfuerzo percibido (RPE) y el estrés por calor se evaluaron mediante escalas numéricas verbales. La deriva cardiovascular se determinó a partir del aumento de la FC durante la prueba de ejercicio estable de 2 horas. La temperatura de la piel se midió con un termómetro de infrarrojos. La deshidratación se produjo en ambos ensayos SS y PL, como lo demuestra la pérdida de peso sustancial ($2,03 \pm 0,43\%$ y $2,27 \pm 0,70\%$, respectivamente; $p = 0,261$ entre los ensayos). La tasa de sudoración fue $1.015,53 \pm 239,10$ ml·h⁻¹ durante el ensayo SS y $1.053,60 \pm 278,24$ ml/h durante el ensayo PL, sin diferencias entre los ensayos ($p=0,459$). Las escalas de estrés por calor indicaron estrés térmico moderado (escalas "frío/caliente"), pero no fueron diferentes entre los ensayos ($p=0,825$). El tiempo hasta el agotamiento durante el ensayo SS fue $6,88 \pm 3,88$ minutos y durante el ensayo PL promedió $6,96 \pm 3,61$ minutos, pero no fue diferente entre los ensayos ($p=0,919$). La deriva cardiovascular, la temperatura de la piel, y la RPE no fueron diferentes entre los ensayos (todos $p>0,05$). La suplementación de sodio de alta dosis no parece afectar la termorregulación, la deriva cardiovascular, o el rendimiento físico en los atletas de resistencia entrenados. Sin embargo, en vista de la posibilidad de que el consumo elevado de sodio podría tener otros efectos adversos, como la hipertensión, es nuestra recomendación que los atletas de resistencia interpreten las recomendaciones profesionales de la ACSM para las necesidades de sodio durante el ejercicio con precaución.



Efectos de la ingestión de ácido libre β -hidroxi- β -metilbutírico y el ejercicio de fuerza sobre la respuesta endocrina aguda

Effects of β -hydroxy- β -methylbutyrate free acid ingestion and resistance exercise on the acute endocrine response ([pdf original](#))

Townsend JR, Hoffman JR, Gonzalez AM y col
Int J Endocrinol 2015: 856708, 2015

El β -hidroxi β -metilbutírico (HMB) es un metabolito derivado de la leucina que se ha demostrado que aumenta la fuerza y la ganancia de masa muscular tomado como suplemento junto con el ejercicio de fuerza. Sin embargo existen investigaciones que no han observado una traducción de estos efectos metabólicos en mejoras del rendimiento. Recientemente se ha observado que la forma de ácido libre β -hidroxi β -metilbutírico (HMB-FA) produce mayores concentraciones en plasma en menor espacio de tiempo, por lo que esta mayor biodisponibilidad puede causar mayores beneficios como suplemento nutricional para mejorar las adaptaciones del entrenamiento. Por ello en este estudio se investigó el efecto de la ingestión aguda de HMB-FA en las concentraciones circulantes de hormonas metabólicas después de realizar ejercicio de fuerza. Veinte participantes con experiencia en entrenamiento de fuerza formaron 2 grupos, uno donde ingirieron placebo y otro donde ingirieron 1g de HMB-FA 30 minutos antes del ejercicio. Se analizaron los niveles sanguíneos de hormona del crecimiento (GH), testosterona, factor de crecimiento insulínico (IGF-1) e insulina antes, justo después y 30 minutos después del ejercicio. El grupo que ingirió HMB-FA tuvo mayores niveles de GH inmediatamente después del entrenamiento comparado con el grupo placebo ($P < 0.05$). El cálculo del área bajo la curva de los niveles hormonales durante las pruebas experimentales mostró que el grupo que ingirió HMB-FA aumentó su respuesta hormonal de GH e IGF-1 ($P < 0.05$). Estos datos revelan que la ingestión de HMB-FA 30 minutos antes del ejercicio de fuerza aumenta los niveles de GH, apoyando un potencial beneficio anabólico con la suplementación de HMB.



El consumo excesivo de azúcar puede ser un hábito difícil de romper: una visión desde el cerebro y el cuerpo

Excessive sugar consumption may be a difficult habit to break: a view from the brain and body

Tyron MS, Stanhope KL, Epel ES y col
J Clin Endocrinol Metab 100(6): 2239-47, 2015

El sobre consumo de azúcar y el aumento del estrés crónico en la sociedad actual son problemas de salud cuya importancia aumenta debido a que ambos pueden aumentar el riesgo de padecer obesidad y sus enfermedades relacionadas. Estudios en roedores sugieren que el consumo de azúcar puede estar relacionado con la activación de una vía de retroalimentación negativa del metabolismo de glucocorticoides cerebrales, la cual podría reducir la respuesta al estrés y por tanto reforzar el sobre consumo habitual de azúcar. Los autores de este estudio testaron esta hipótesis comparando el cortisol de la saliva y la respuesta regional cerebral ante tareas de estrés de 8 mujeres que consumieron bebidas con aspartamo y 11 mujeres que consumieron bebidas con sacarosa (azúcar), en ambos casos 3 veces al día durante 2 semanas. Los resultados mostraron que tras el consumo de sacarosa aumentó significativamente la actividad del hipocampo izquierdo, el cual se inhibe ante situaciones de estrés, comparado con el consumo de aspartamo ($P=0.001$). El consumo de sacarosa, comparado con aspartamo, redujo significativamente los niveles de cortisol inducido por estrés ($P=0.024$). Además, también redujo significativamente la reactividad ante la naltrexona y la sensación de náuseas ($P=0.041$). Los resultados de este estudio evidencian que puede existir una vía de retroalimentación negativa del metabolismo de glucocorticoides cerebrales que se ve afectada por el consumo de azúcar y hace que algunas personas, bajo circunstancias de estrés, sean más propensas a consumir azúcar y, posiblemente, más vulnerables a padecer obesidad y sus enfermedades relacionadas.

El efecto de medias compresoras sobre las características mecánicas y el rendimiento del salto con una pierna en hombres sanos voluntarios

The effect of leg compression garments on the mechanical characteristics and performance of single-leg hopping in healthy male volunteers ([pdf original](#))

Gupta A, Bryers JJ, Clothier PJ
BMC Sports Sci Med Rehabil 7:10, 2015

Las medias compresoras (CG) son usadas comúnmente por los deportistas para mejorar el rendimiento motor y la recuperación durante o después del ejercicio. Numerosos estudios han investigado el efecto de las CG sobre parámetros fisiológicos y físicos con resultados variables en cuanto a su eficacia. Un posible efecto de las CG disponibles comercialmente puede ser que induce un cambio en las características mecánicas de la pierna durante tareas repetitivas hasta el agotamiento. Esta investigación determinó el efecto de las CG sobre el rendimiento y la rigidez vertical durante saltos con una pierna hasta el agotamiento. Treinta y ocho participantes sanos, hombres, de 22.1 (2.8) años de media ejecutaron saltos con una pierna a 2.2 Hz de agotamiento volitivo con CG, sin CG y con medias placebo. Se determinaron las diferencias en la duración total de los saltos (ANOVA repetido de un factor) y las variables dependientes para el principio y el final de los periodos (ANOVA repetido de dos factores) incluyendo las fases de duración de vuelo (t_f), carga (t_l) y contacto (t_c), las fases del desplazamiento vertical de altura durante el vuelo (z_f) y la carga (z_l), el pico normalizado de la fuerza de reacción vertical del suelo (F_{zN}) y la rigidez vertical normalizada (k_N). Se llevó a cabo la corrección de Bonferroni para reducir el riesgo de error de tipo 1. No hubo diferencia significativa ($p = 0.73$) en la duración total del salto entre condiciones (CG (media (SD)) 89.6 (36.3) s; sin CG 88.5 (27.5) s; con medias placebo 91.3 (27.7) s). No hubo diferencias significativas entre condiciones para las características espaciotemporales ni cinéticas ($p > 0.05$). Desde el periodo inicial al final no hubo diferencia significativa en t_l ($p = 0.15$), y se observó un descenso significativo en t_f ($p < 0.001$), z_f y z_l ($p < 0.001$) y un aumento en t_c ($p < 0.001$). También hubo un aumento significativo en k_N desde los periodos de inicio y final ($p < 0.01$) oscilando de 9.6 a 14.2%. Este estudio demuestra que las CG comercialmente disponibles no indujeron cambios en las características espaciotemporales ni en la rigidez vertical durante una actividad hasta el agotamiento. El hallazgo de que la rigidez vertical aumentara hacia el final de la actividad, mientras que la frecuencia de los saltos y la duración de la carga se mantuvieron, puede indicar que hubo una alteración en las estrategias de control motor al acercarse al agotamiento.

Intervención nutricional y de acondicionamiento para la preparación de una competición de fisicoculturismo: estudio de caso

A nutrition and conditioning intervention for natural bodybuilding contest preparation: case study ([pdf original](#))

Robinson SL, Lambeth-Mansell A, Gillibrand G, Smith-Ryan A, Bannock L
J Int Soc Sports Nutr 12:20, 2015

Las competiciones de fisicoculturismo son cada vez más populares. Los competidores son juzgados por su apariencia estética y normalmente exhiben altos niveles de masa muscular, simetría y bajos niveles de grasa corporal. Las técnicas utilizadas para mejorar la forma física durante la fase de preparación antes de la competición incluyen la deshidratación, periodos de ayuno prolongado, restricción calórica severa, ejercicio cardiovascular excesivo y un uso inapropiado de diuréticos y esteroides anabolizantes. En contraste, este estudio de caso documenta una intervención nutricional y de acondicionamiento estructurada en un competidor amateur de fisicoculturismo de 21 años de edad para mejorar la composición corporal, la oxidación de grasas durante el ejercicio y en reposo, y la fuerza muscular sin incluir el uso de ninguno de los métodos mencionados anteriormente. Durante un periodo de 14 semanas, se le proveyó al atleta de un plan de nutrición y acondicionamiento científico que le animaba a: (i) consumir comidas variadas; (ii) no abandonar el consumo de ningún grupo de macronutrientes; (iii) realizar ejercicio regular pero no excesivo y; (iv) incorporar días de descanso en su plan de acondicionamiento. Esta estrategia resultó en una pérdida de masa corporal de 11.7 Kilogramos, correspondientes a una reducción en la masa grasa de 6.7 Kilogramos y una reducción en la masa libre de grasa de 5.0 Kilogramos. El gasto metabólico basal descendió desde 1993 kcal/día a 1814 kcal/día, mientras que la oxidación de grasas en reposo aumentó desde 0.04 g/min a 0.06 g/min. Su capacidad para oxidar grasa durante el ejercicio aumentó más del doble, desde 0.24 g/min a 0.59 g/min, mientras que la intensidad de ejercicio a la que se obtuvo el ratio máximo de oxidación de grasas aumentó alrededor de 3 veces; del 21% VO_{2max} al 60% VO_{2max} . El pico de fuerza concéntrica isquiotibial descendió (1.7 a 1.5 Nm/kg), mientras que el pico de fuerza excéntrica isquiotibial (2.0 Nm/kg a 2.9 Nm/kg), pico de fuerza concéntrica del cuádriceps (3.4 Nm/kg a 3.7 Nm/kg) y pico de fuerza excéntrica del cuádriceps (4.9 Nm/kg a 5.7 Nm/kg) aumentaron. El estado de ánimo (escala BRUMS) no se vio negativamente influenciado por la intervención y todos los valores en relación al estado de ánimo del atleta se mantuvieron por debajo de la media durante el curso del estudio. Esta intervención muestra que una intervención basada en una estrategia nutricional científicamente fundamentada puede ser implementada para mejorar los parámetros relevantes a la competición de fisicoculturismo y aún más importante a la salud de los competidores, por tanto cuestionando las prácticas convencionales de la preparación al fisicoculturismo.



Ejercicio físico y la carga muscular de carnosina inducida por beta-alanina

Exercise training and beta-alanine-induced muscle carnosine loading ([pdf original](#))

Bex T, Chung W, Baguet A, Achten E, Derave W
Front Nutr 2:13, 2015

Se ha demostrado que la suplementación con beta-alanina (BA) aumenta la concentración de carnosina en el músculo, pudiendo aumentar así el rendimiento en el ejercicio de alta intensidad. Se sabe que el entrenamiento por sí mismo no altera los niveles de carnosina en el músculo, si no va acompañado de suplementación de BA, sin embargo, no está claro si la carga intramuscular de carnosina está influenciada por el volumen o la intensidad del ejercicio. Por ello, en este estudio se procedió a suplementar con BA a 28 sujetos con 6.4 g/d durante 23 días. Los sujetos entrenaron 3 días por semana divididos en 2 grupos. El grupo de alta intensidad (HI) con 14 sujetos realizaron un protocolo en cicloergómetro de 3-5 repeticiones de 30 segundos al 165% W_{max} con 4 minutos de recuperación entre repeticiones. Los 14 participantes del grupo de volumen (HV) realizaron 75-90 minutos del pedaleo al 35-45% W_{max} . Se analizó el contenido de carnosina en el soleo y el gastrocnemio medial antes y después del periodo de suplementación-entrenamiento. Los resultados mostraron un aumento significativo del contenido de carnosina en el soleo y el gastrocnemio medial de los participantes de ambos grupos (HV +2.95; HI +3.26; $p < 0.05$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos de entrenamiento. Por lo tanto, la conclusión que se obtiene de los datos del presente estudio es que puede haber un pequeño efecto acumulativo del ejercicio en la eficiencia de la suplementación con BA, aunque las diferencias no alcanzaron significancia en los niveles musculares individuales.

Efectos de la carga ácida dietética sobre el metabolismo del ejercicio y rendimiento ante un ejercicio anaeróbico

Effects of dietary acid load on exercise metabolism and anaerobic exercise performance (pdf original)

Caciano SL, Inman CL, Gockel-Blessing EE, Weiss EP
J Sports Sci Med 14(2): 364-71, 2015

La carga ácida dietética, cuantificada como carga ácida renal potencial (PRAL) de la dieta, afecta al pH sistémico y a la regulación del ácido-base. En un estudio transversal anterior, se informó de que una dieta baja en PRAL (es decir, dieta alcalina) se asocia con índices de intercambio respiratorio (RER) más altos durante el ejercicio máximo. El objetivo del presente estudio fue confirmar los resultados anteriores con un estudio de intervención dietética a corto plazo. Además, hemos tratado de determinar si los cambios en PRAL afectan al RER durante un ejercicio submáximo (como un reflejo de la utilización de sustratos) y al rendimiento anaeróbico ejercicio. Los sujetos fueron sometidos a una prueba de esfuerzo gradual (GXT) hasta el agotamiento, y a una prueba de rendimiento durante el ejercicio anaeróbico en dos ocasiones, una vez después de seguir una dieta baja en PRAL y en otra ocasión, después de una dieta alta en PRAL. Las dietas se continuaron durante el tiempo necesario para lograr un pH alcalino o ácido en la orina por la mañana habiendo ayunado, siendo de 4 a 9 días de duración. El RER se midió durante la GXT con calorimetría indirecta. La prueba de rendimiento anaeróbico fue una prueba de funcionamiento de tiempo hasta el agotamiento que dura 1-4 min. Durante un ejercicio máximo, el RER fue menor en el ensayo de dieta baja en PRAL en comparación con el ensayo de alta PRAL ($1,10 \pm 0,02$ vs. $1,20 \pm 0,05$, $p = 0,037$). La dieta baja en PRAL también dio lugar a un 21% más de tiempo hasta el agotamiento durante el ejercicio anaeróbico ($2,56 \pm 0,36$ vs. $2,11 \pm 0,31$ s, $p = 0,044$) y una fuerte tendencia a valores más bajos de RER durante el ejercicio submáximo al 70% VO_2 máx ($0,88 \pm 0,02$ vs. $0,96 \pm 0,04$, $p = 0,060$). Contrariamente a nuestras expectativas, durante un corto plazo de dieta baja en PRAL (dieta alcalina), se dieron los valores más bajos de RER durante un ejercicio de intensidad máxima. Sin embargo, la dieta baja en PRAL también aumentó el tiempo de ejercicio anaeróbico hasta el agotamiento y parece haber cambiado la utilización de sustratos durante un ejercicio submáximo para favorecer la oxidación de lípidos y carbohidratos de reserva, los cuales serían considerados efectos favorables en el contexto del rendimiento del ejercicio.

Efectos de una ingesta moderada de cerveza sobre marcadores de hidratación tras ejercicio en calor: un estudio cruzado

Effects of a moderate intake of beer on markers of hydration after exercise in the heat: a crossover study ([pdf original](#))

Jiménez-Pavón D, Cervantes-Borunda MS, Díaz LE, Marcos A, Castillo MJ
J Int Soc Sports Nutr 12: 26, 2015

El ejercicio en condiciones de calor provoca importantes pérdidas de agua y electrolitos a través de la transpiración. Una rehidratación óptima es crucial para facilitar los procesos de recuperación después del ejercicio. El objetivo de este estudio fue examinar si una ingesta moderada de cerveza como parte de la rehidratación tiene algún efecto negativo después de una sesión de ejercicio corta pero deshidratante desarrollada en ambiente caluroso. Dieciséis hombres activos ($VO_2\text{max}$, 56 ± 4 mL/kg/min), fueron incluidos en un estudio cruzado y realizaron un ejercicio deshidratante (≤ 1 h de carrera, 60% $VO_2\text{max}$) dos veces con una separación entre ambos de 3 semanas, en un laboratorio ajustado a un ambiente caluroso (35 ± 1 °C, humedad 60 ± 2 %). Durante las dos horas después de las sesiones de ejercicio los participantes consumieron agua mineral a su antojo (W) o hasta 660 ml de cerveza normal junto con agua a su antojo (BW). Antes y después del ejercicio, y después de la rehidratación, se registraron la composición corporal, y parámetros hematológicos y séricos, el equilibrio de líquidos y la excreción de orina. La masa corporal (BM) se redujo después del ejercicio en ambas pruebas (ambos grupos ~ 2.4 %). Después de la rehidratación, la BM y la masa libre de grasa se incrementaron significativamente aunque la BM no volvió a los niveles de referencia (BM, 72.6 ± 6.7 a 73.6 ± 6.9 ; masa libre de grasa, 56.9 ± 4.7 a 57.5 ± 4.5 , sin diferencias entre BW comparado con W). La ingesta de cerveza no tuvo efectos adversos sobre ninguno de los parámetros que se midieron. Los valores del equilibrio de líquidos y la excreción de orina no difirieron entre las estrategias de rehidratación. Los principales hallazgos del estudio mostraron que después del ejercicio en condiciones de calor y las consecuentes pérdidas de agua, la ingesta puntual de una cantidad moderada de cerveza (hasta 660 mL) como parte de la estrategia de rehidratación no presenta efectos perjudiciales ni sobre los marcadores de hidratación ni sobre los indicadores fisiológicos de la recuperación de la fatiga en hombres jóvenes, sanos y físicamente activos.

Efectos de suplementación aguda de beta-alanina sobre el rendimiento anaeróbico en mujeres ciclistas entrenadas

Effects of acute beta-alanine supplementation on anaerobic performance in trained female cyclists ([pdf original](#))

Glenn JM, Smith K, Moyen NE, Binns A, Gray M
J Nutr Sci Vitaminol 61(2): 161-6, 2015

Una suplementación longitudinal de beta-alanina (BA) puede mejorar el rendimiento del ejercicio en los hombres a través del aumento de la carnosina. Sin embargo, las mujeres experimentan mayores incrementos relativos de carnosina en comparación con los varones. Potencialmente, esto permite que las mujeres se beneficien de las dosis de BA agudas, pero sus efectos en el rendimiento siguen siendo desconocidos. El propósito de esta investigación fue evaluar cómo una dosis aguda de 1,6g BA afecta al rendimiento anaeróbico en ciclistas femeninas. Doce mujeres (n=12; 26,6±1,3 años) se ofrecieron como voluntarias para participar en este estudio aleatorizado doble ciego. Todos los participantes completaron dos ensayos de suplementos: 1) Placebo = 34g de dextrosa; y 2) BA = 1,6g BA + 34g de dextrosa. Treinta minutos después de la suplementación, los participantes realizaron tres pruebas Wingate de ciclismo con 2 minutos de descanso activo después de cada una. Durante el Wingate se midieron los índices de fatiga, la potencia media y la potencia pico. El lactato, la frecuencia cardíaca, y el índice de esfuerzo percibido (RPE) se midieron en reposo, inmediatamente después de cada Wingate y después de cada período de descanso activo. El RPE se redujo significativamente ($p < 0,001$) inmediatamente después de las pruebas Wingates 1 y 2, y después de cada período de descanso de 2 minutos para los ensayos de BA; sin embargo, no se observaron diferencias inmediatamente después del Wingate 3 ($p > 0,05$). No se observaron efectos significativos de suplementación en ninguna actuación o variable fisiológica ($p > 0,05$ para todas las variables). Por ello, los resultados sugieren que una dosis aguda de BA (1,6g) disminuye el RPE durante las actividades de energía anaeróbica en mujeres ciclistas entrenadas.

El consumo de bicarbonato sódico mejora el rendimiento en ejercicios intermitentes de alta intensidad en jóvenes entrenados

Sodium bicarbonate intake improves high-intensity intermittent exercise performance in trained young men ([pdf original](#))

Krustrup P, Ermidis G, Mohr M
J Int Soc Sports Nutr 12: 25, 2015

Durante décadas se ha propuesto que la acidosis muscular se asocia a fatiga durante ejercicios de alta intensidad. La acidosis del medio se ha relacionado con efectos negativos de múltiples pasos en el proceso de excitación-contracción muscular (actividad ATPasa miosina, Ca^{2+} ATPasa, Na^{+} - K^{+} ATPasa) e incluso en el flujo de K^{+} por los canales de potasio sensibles al pH. Un estado de acidosis es frecuente en determinadas actividades de equipo, pudiendo hipotéticamente afectar al rendimiento. Promover mejoras de la capacidad buffer en la sangre y/o tejido muscular parece que puede ser beneficioso en esas actividades. El test intermitente Yo-Yo nivel 2 (Yo-Yo IR2) ha demostrado provocar una marcada contribución anaeróbica, correlacionando con la cantidad de carrera de alta intensidad durante los periodos más intensos de deportes de equipo. Varias intervenciones se han propuesto para manipular el equilibrio ácido-base antes de la realización de ejercicio de alta intensidad para mejorar el rendimiento. La suplementación con beta-alanina parece beneficiosa al aumentar los niveles de carnosina intramusculares. También la utilización de bicarbonato sódico se ha utilizado habiendo obtenido efectos moderados sobre el rendimiento. Hasta la fecha no se han publicado estudios que hayan investigado las consecuencias de la suplementación con bicarbonato sódico en ejercicios específicos de deportes de equipo. El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de la suplementación con bicarbonato sódico sobre el rendimiento del test Yo-Yo IR2 en jóvenes entrenados. Participaron 13 sujetos entrenados (VO_2max : $61,3 \pm 3,3$ ml/kg/min) que realizaron el test Yo-Yo IR2 en dos ocasiones en orden aleatorio: con (SBC) y sin (CON) consumo previo de bicarbonato sódico (0,4 g/kg). Se midieron frecuencia cardiaca y percepción del esfuerzo (RPE) durante el test, obteniendo además diversas muestras de sangre venosa. Los resultados mostraron que el rendimiento en el test Yo-Yo IR2 fue un 14% más alto en SBC. El pH de la sangre y los niveles de bicarbonato fueron significativamente más altos antes del test en SBC que en CON. Los niveles de lactato al finalizar el test fueron mayores en SBC (11,7 vs 10,2 mmol/l). Los niveles sanguíneos de glucosa, sodio o potasio no fueron diferentes entre condiciones. Tampoco hubo diferencias en la frecuencia cardiaca máxima alcanzada en los test. La percepción del esfuerzo al final del test no fue diferente entre condiciones. Los autores sugieren que el rendimiento de ejercicios intermitentes de alta intensidad aumenta con la ingesta previa de bicarbonato sódico en jóvenes entrenados, alcanzando además picos de lactato más elevados. Los resultados indican una relación entre la fatiga asociada al ejercicio de alta intensidad y la mejora de la capacidad buffer asociada a la ingesta de bicarbonato sódico antes del ejercicio.

La suplementación combinada de L-citrulina y glutatión aumenta la concentración de los marcadores indicativos de síntesis de óxido nítrico

Combined L-citrulline and glutathione supplementation increases the concentration of markers indicative of nitric oxide synthesis ([pdf original](#))

McKinley-Barnard S, Andre T, Morita M, Willoughby DS
J Int Soc Sports Nutr 12: 27, 2015

El óxido nítrico (NO), también conocido como el factor relajante derivado del endotelio, es sintetizado endógenamente a partir de la L-arginina y la L-citrulina. Debido a sus efectos sobre la síntesis de óxido nítrico (NOS), una reducción de glutatión (GSH) puede proteger contra la reducción oxidativa de NO. El presente estudio determinó la efectividad de la L-citrulina y/o GSH sobre los marcadores indicativos de síntesis de NO en condiciones *in vivo* con ratas y humanos, así como en una condición *in vitro*. En fase uno, las células endoteliales de la vena umbilical de los humanos (HUVECs) fueron tratadas con 0.3 mM de L-citrulina, con 1 mM de GSH (Setria®) o con una combinación de ambos a 0.3 mM. En fase dos, las ratas Sprague-Dawley (8 semanas de edad) fueron asignadas aleatoriamente en 3 grupos y recibieron agua purificada, L-citrulina (500 mg/kg/día) o una combinación de L-citrulina (500 mg/kg/día) y GSH (50 mg/kg/día) a través de una sonda oral durante 3 días. Se recogieron muestras de sangre y se registró el NOx (nitrito + nitrato) en plasma. En fase tres, hombres con experiencia en entrenamiento de fuerza fueron asignados aleatoriamente para ingerir placebo de celulosa (2.52 g/día), L-citrulina (2 g/día), GSH (1 g/día) o L-citrulina (2 g/día) + GSH (200 mg/día) durante 7 días, y realizaron entonces una sesión de ejercicios de fuerza incluyendo 3 series de 10 RM de flexiones de codo. Se obtuvieron muestras de sangre venosa que se utilizó para medir los niveles plasmáticos de guanosín monofosfato cíclico (cGMP), nitrito y NOx. En fase uno, los niveles de nitrito en células tratadas con L-citrulina y GSH fueron significativamente mayores que en el control ($p < 0.05$). En fase dos, el NOx plasmático con L-citrulina + GSH fue significativamente mayor que en el control y en el grupo con L-citrulina ($p < 0.05$). En fase tres, el cGMP plasmático aumentó, pero no significativamente ($p > 0.05$). En cualquier caso, el nitrito y el NOx para los grupos con L-citrulina + GSH fueron significativamente mayores a los 30 minutos después del ejercicio cuando se comparó con el grupo placebo ($p < 0.05$). Por tanto, combinando la L-citrulina con GSH aumentan los incrementos de los niveles de nitrito y NOx en condiciones tanto *in vitro* como *in vivo*.

La cafeína afecta al tiempo hasta el agotamiento y a la oxidación de sustratos durante ciclismo en máximo estado estable del lactato

Caffeine affects time to exhaustion and substrate oxidation during cycling at maximal lactate steady state ([pdf original](#))

Cruz RS, de Aguiar RA, Turnes T, Guglielmo LG, Beneke R, Caputo F
Nutrients 7(7): 5254-64, 2015

El efecto ergogénico de la cafeína sobre el rendimiento está bien establecido. Los mecanismos defendidos son: mejora del metabolismo de las grasas, atenuación de la glucogenólisis muscular, acción sobre los neurotransmisores centrales o mejora en la función neuromuscular. Sin embargo, no se ha podido demostrar de forma convincente que la cafeína tiene realmente un efecto sobre el metabolismo muscular durante el ejercicio. La respuesta del lactato en sangre se muestra como un mejor predictor que el $VO_2\text{max}$ para el rendimiento de resistencia aeróbica, y el máximo estado estable del lactato (MLSS) es una de las variables de referencia, no solo para predecir rendimiento, sino también para determinar intensidades óptimas de entrenamiento. Así, el MLSS es altamente dependiente del metabolismo de los hidratos de carbono, por lo que una intensidad sostenida correspondiente al MLSS es un marco ideal para comprobar los efectos ergogénicos de la cafeína. El objetivo de esta investigación fue analizar los efectos del consumo de cafeína sobre el metabolismo de sustratos y la tolerancia al ejercicio durante ciclismo realizado al MLSS. El MLSS fue determinado utilizando de 2 a 4 sesiones de ejercicio de intensidad constante de 30 min de duración. En 2 ocasiones posteriores, los participantes realizaron test hasta el agotamiento a intensidad MLSS, 1 h después de ingerir 6 mg/kg de cafeína o de placebo, de manera aleatoria. Se realizó análisis de intercambio de gases respiratorios. Los resultados mostraron un aumento del tiempo hasta el agotamiento de un 22,7% después de la ingesta de cafeína, que se acompañó de un descenso del RER. Estos resultados refuerzan el ahorro de las reservas de glucógeno endógeno derivado de la ingesta de cafeína, lo que podría constituir uno de los efectos fisiológicos de la cafeína en el rendimiento submáximo de aproximadamente 1 h de duración. Un aumento de la estimulación simpática y/o un antagonismo de la adenosina pueden ser responsables del aumento de la lipólisis del tejido adiposo, lo que afectaría a la concentración de ácidos grasos libres durante el ejercicio a intensidad submáxima. La falta de control de la alimentación es un importante limitante de este estudio.

La activación del sistema adrenérgico provoca cambios en las reacciones cardiovasculares y psicomotoras en individuos jóvenes tras consumir la bebida energética Red Bull®

Adrenergic system activation mediates changes in cardiovascular and psychomotoric reactions in young individuals after Red Bull® energy drink consumption ([pdf original](#))

Cavka A, Stupin M, Panduric A y col
Int J Endocrinol 2015: 751530, 2015

Aunque el consume de bebidas energéticas está de alguna forma decayendo con respecto a décadas anteriores, aún hay mucha gente joven, deportistas y estudiantes que las consumen antes de alguna práctica, mientras estudian o antes de sus exámenes porque piensan que mejoran su rendimiento y su memoria. El objetivo del estudio fue medir el efecto del Red Bull® sobre (1) los niveles de glucosa y catecolaminas en sangre, (2) los cambios en la función cardiovascular y respiratoria antes, durante y después de un ejercicio moderado, (3) el tiempo de reacción, (4) las funciones cognitivas y (5) la respuesta a un test de estrés mental y emociones en individuos jóvenes y sanos ($N = 38$). Se midieron la frecuencia cardíaca (HR) y la presión arterial (ABP), y los niveles de glucosa, adrenalina y noradrenalina en plasma antes y después de la ingesta de Red Bull®. Los participantes fueron sometidos a 4 protocolos diferentes de estudio por orden aleatorio, antes y 30 minutos después de consumir 500 mL de Red Bull®. La media de ABP y HR en reposo aumentó significativamente tras ingerir Red Bull®. Los niveles de glucosa en sangre y de catecolaminas en plasma aumentaron significativamente después de consumir Red Bull®. La frecuencia cardíaca, la frecuencia de respiración y el flujo respiratorio fueron significativamente mayores durante el ejercicio moderado tras la consumición de Red Bull® comparado con las condiciones de control. La ingesta de Red Bull® mejoró significativamente el tiempo de reacción, el rendimiento en el test de memoria inmediata, la fluencia verbal y la atención subjetiva, así como el rendimiento en el test de estrés mental. Por lo tanto, este estudio demostró que el Red Bull® tiene efectos beneficiosos sobre algunas funciones cognitivas, y efectos sobre los sistemas cardiovascular y respiratorio en reposo y durante el ejercicio mediante el aumento de la actividad del sistema nervioso simpático.



Efectos de un suplemento nutricional de proteína de whey enriquecido con vitamina D y leucina en medidas de sarcopenia en adultos mayores, el estudio PROVIDE: un estudio aleatorizado, doble ciego, controlado por placebo

Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults, the PROVIDE Study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial ([pdf original](#))

Bauer JM, Verlaan S, Bautmans I y col
J Am Med Dir Assoc 16(9): 740-7, 2015

La pérdida de masa, fuerza y función muscular (sarcopenia) que se produce con la edad supone una amenaza al desempeño físico, la independencia y la calidad de vida. Los suplementos nutricionales pueden afectar positivamente a la prevención de la sarcopenia. Por ello, en este estudio testaron los posibles beneficios de tomar un suplemento de proteína de whey enriquecido con vitamina D y leucina sobre las medidas de sarcopenia. 2 grupos de sujetos con sarcopenia realizaron 13 semanas de entrenamiento. Un grupo (suplemento; N=184) tomó el suplemento 2 veces al día durante las 13 semanas, y el otro grupo (control; N=196) tomó un placebo isocalórico. Se analizó la fuerza de la muñeca, una batería de test de rendimiento físico, test de levantarse de la silla, velocidad de marcha, equilibrio y la masa muscular apendicular (DXA) antes de empezar el entrenamiento y en las semanas 7 y 13. La fuerza de la muñeca y la puntuación de la batería de test de rendimiento físico mejoró en ambos grupos sin diferencias significativas entre grupos. Los sujetos del grupo que tomó el suplemento mejoraron los resultados del test de levantarse de la silla en -1.01 segundos (-1.77 a -0.19 segundos), y aumentaron su masa muscular apendicular en 0.17 kg (0.004 a 0.338 Kg) más que el grupo control ($P < 0.05$ para ambas variables). Por tanto, tras 13 semanas de entrenamiento, el grupo de pacientes con sarcopenia que tomó el suplemento de proteína de whey enriquecido con vitamina D y leucina mejoró su masa muscular y la capacidad funcional de sus extremidades inferiores. Estos datos sugieren la necesidad de una investigación más profunda sobre los posibles beneficios de los suplementos nutricionales en las intervenciones para paliar y prevenir la sarcopenia en adultos mayores.



Estrategia de hidratación para una carrera de resistencia en una atleta que requiere nutrición parenteral en casa

Hydration strategy for endurance running in an athlete requiring home parenteral nutrition

Tillman E, Killmeier G, Opilla M, Clarke C, Nishikawa R
Nutr Clin Pract (epub ahead of print), 6-jul 2015

El propósito de este estudio es compartir nuestra experiencia con la optimización de la nutrición parenteral en casa (HPN) y la terapia de hidratación para una consumidora de HPN que deseaba correr una maratón. Una mujer de 34 años con gastroparesia idiopática que necesitaba HPN e hidratación intravenosa (IV) decidió entrenar para una maratón. Para carreras cortas, la hidratación pre y post carrera eran adecuadas, pero una maratón (42,195 km) sería demasiado larga para correrla sin hidratación IV. Durante el entrenamiento, le indicamos a nuestra consumidora que registrara los pesos (pre/post carrera), la temperatura ambiente, la distancia recorrida y la duración y el tiempo. Estos datos se usaron para calcular su tasa de sudoración y estimar el volumen de hidratación durante la maratón. Los resultados mostraron que la temperatura ambiente era un factor significativo que influía sobre la tasa de sudoración. La temperatura estimada para la maratón fue de 18,3°C (65°F); por lo que nuestra consumidora tendría una tasa de sudoración estimada de aproximadamente 720 mL/h. Esto excedía la cantidad de fluido que podría ser infundido durante la maratón; por tanto, le aconsejamos a nuestra consumidora que se sobrehidratara antes de la carrera. La excreción de orina inicial post carrera fue baja y concentrada pero volvió al punto de referencia después de la hidratación post carrera. Nuestra consumidora no experimentó ningún síntoma de deshidratación y solo tuvo agujetas musculares menores. Concluimos que nuestra consumidora fue capaz de completar una maratón con hidratación IV. Hemos demostrado que con una preparación cuidadosa, calculada y planificada, nuestra consumidora de HPN fue capaz de mantener adecuadamente su estado de hidratación y lograr su meta de correr una maratón.

Actividad ergogénica potencial del zumo de uva en corredores

Potential ergogenic activity of grape juice in runners

Toscano LT, Tavares KL, Toscano LT y col
Appl Physiol Nutr Metab 40(9): 899-906, 2015

Las uvas moradas y sus derivados son considerados productos alimenticios con elevada actividad antioxidante y antiinflamatoria. Esas propiedades han sido demostradas por sus efectos cardioprotectores, neuroprotectores, hepatoprotectores y anticarcinogénico, basados en los componentes fenólicos (ej. resveratrol), que poseen propiedades antioxidantes y anti-inflamatorias. Por otra parte, el entrenamiento intenso puede asociarse con afectación del balance redox y estados inflamatorios. Considerando las potenciales propiedades anti-oxidante y anti-inflamatoria de las uvas moradas y sus derivados, es plausible hipotetizar que el jugo de uvas moradas puede tener efectos ergogénicos en atletas como han mostrado otros productos alimenticios. Existen muy pocos estudios publicados que hayan investigado esos efectos en seres humanos. Un estudio (Lalay y col, 2009) observó un aumento de la capacidad anti-oxidante y una reducción de lesiones en jugadores de balonmano que tomaron extracto de uva morada. Otro estudio (O'Connor y col, 2013) realizado con adultos sanos no atletas no constataron mejoras del VO_2max , tiempo hasta el agotamiento corriendo a una intensidad determinada, y estatus inflamatorio después del consumo de uvas congeladas. Hay que tener en cuenta que cada variedad de uva presenta una composición de fenoles diferente con propiedades bioactivas particulares. El objetivo de esta investigación fue valorar los efectos de la suplementación con zumo integral de uva morada sobre el estrés oxidativo, inflamación, respuesta inmune y lesiones musculares; además, se valoró si la mejora de esas variables se podría asociar a una mejora del rendimiento en corredores aficionados. Participaron 28 sujetos voluntarios de ambos sexos (edad media: $39,8 \pm 8,5$ años) que fueron aleatoriamente asignados bien a un grupo que recibió zumo de uva morada (GJG, 10 ml/kg) durante 28 días, bien a un grupo al que se administró una bebida isocalórica, isoglucémica e isovolumétrica respecto al zumo de uva (CG). Se realizaron pruebas de tiempo hasta el agotamiento, test de umbral anaeróbico y test de capacidad aeróbica, junto con valoración de marcadores de estrés oxidativo, inflamación, respuesta inmune y daño muscular, antes del periodo de suplementación y a las 48 h de finalizar el mismo. Los resultados mostraron un incremento (+15,3%) significativo del tiempo hasta el agotamiento ($p=0,002$), sin mejoras significativas ni en el umbral anaeróbico, ni en la capacidad aeróbica. Además, el grupo GJG mejoró la capacidad oxidativa total, y los niveles de vitamina A y ácido úrico plasmáticos. Los niveles de PCR permanecieron inalterables. No se observaron cambios significativos en ninguna variable en el grupo CG. Este estudio demostró que la suplementación diaria con zumo de uva morada (10 ml/kg) durante 28 días aumentó el rendimiento en corredores aficionados, mejorando además la capacidad antioxidante total, y los niveles plasmáticos de vitamina A y ácido úrico, con un posible descenso del nivel inflamatorio.

Efectos de la suplementación con una combinación de β -hidroxi β -metilbutírico, L-arginina y L-glutamina en la recuperación postoperatoria de la fuerza del músculo cuádriceps después de una artroplastia total de la rodilla

Effects of supplementation with a combination of β -hydroxy- β -methyl butyrate, L-arginine, and L-glutamine on postoperative recovery of quadriceps muscle strength after total knee arthroplasty ([pdf original](#))

Nishizaki K, Ikegami H, Tanaka Y, Imai R, Matsumura H
Asia Pac J Clin Nutr 24(3): 412-20, 2015

Tras la intervención con una artroplastia total de la rodilla en pacientes con osteoartritis existe una disminución inmediata de la fuerza muscular del cuádriceps. En los últimos años se ha observado el beneficio de la suplementación con β -hidroxi β -metilbutírico (HMB), un metabolito del aminoácido leucina, en el incremento de la masa magra. También se han reportado beneficios en situaciones de estrés post-traumático con la ingesta de L-arginina y L-glutamina, aminoácidos que mejoran el balance nitrógeno y el anabolismo proteico. En este estudio se investigaron los efectos de la ingesta de un combinado de estas tres sustancias, sobre la fuerza muscular del cuádriceps en 23 pacientes con osteoartritis en la rodilla después de la realización de una artroplastia. De los 23 pacientes, 13 formaron parte del grupo suplementación y 10 del grupo control. La suplementación se tomó durante los 5 días previos a la intervención y durante los 28 días posteriores. La fuerza muscular del cuádriceps se analizó, mediante un test de fuerza isométrica en ambas rodillas, 7 días antes de la intervención quirúrgica y 14, 28 y 42 días después. Además se estimó el gasto energético durante el estudio mediante acelerómetros. La fuerza máxima del cuádriceps se redujo en los 14 días posteriores a la operación en 0.4 Nm/kg en el grupo control ($P=0.02$), mientras que en el grupo con suplementación solo se redujo en 0.2 Nm/kg. Además, el grupo control sufrió una importante pérdida de masa muscular mientras que el grupo con suplementación apenas vio reducida su musculatura en el cuádriceps. En cuanto a los días 28 y 42 después de la intervención, y al gasto calórico, no existieron diferencias entre grupos. En conclusión, la ingesta de una combinación de β -hidroxi β -metilbutírico, L-arginina y L-glutamina en la recuperación postoperatoria tras una artroplastia de la rodilla, previene la pérdida de masa muscular del cuádriceps y la consecuente reducción de fuerza muscular.

Efectos a largo plazo de las medias de compresión graduadas sobre el rendimiento cardiorrespiratorio

Long-term effects of graduated compression stockings on cardiorespiratory performance (pdf original)

Priego JI, Lucas-Cuevas AG, Aparicio I, Giménez JV, Cortell-Tormo JM, Pérez-Soriano P
Biol Sport 32(3): 219-23, 2015

El uso de medias de compresión graduadas (GCS) en el deporte ha ido creciendo en popularidad en los últimos años debido a sus potenciales efectos en el rendimiento, como posible estrategia para mejorar la recuperación. Dichas medias generan una mayor presión a la altura del tobillo (24mmHG) y van descendiendo a la altura del gemelo (21mmHG). Hay pocas evidencias que soportan si éstas realmente tienen efectos en el rendimiento cardiorrespiratorio a través del aumento en el retorno venoso (a consecuencia del aumento de gradiente de presión), que posibilitaría un mayor Q y Vs, y en la reducción de las oscilaciones musculares. El objetivo de este estudio fue analizar las respuestas cardiorrespiratorias de GCS en carrera después de 3 semanas de uso. Participaron 20 corredores que realizaron los siguientes test: 1) 5 min máximos de carrera para determinar la VAM; 2) 30 min al 80% de su VAM con GCS o PLACEBO; 3) Mismo test que en 2) después de otras 3 semanas de entrenamiento y con un nuevo par de medias en GCS. Los parámetros cardiorrespiratorios (ventilación minuto, frecuencia cardiaca, VO₂ relativo, producción relativa de CO₂, equivalentes ventilatorios para O₂ y CO₂, y pulso de O₂) fueron medidos. Antes de los test 2) y 3) los participantes entrenaron bajo su grupo (GCS o PLACEBO) 3 semanas siguiendo las mismas especificaciones: 3-4 días con un volumen de 30 km a la semana y una intensidad de entre el 60-80% de su FCmax. No se encontraron diferencias significativas entre GCS y PLACEBO en ninguno de los parámetros cardiorrespiratorios. En conclusión, el presente estudio nos evidencia que correr con GCS durante 3 semanas no influye en parámetros cardiorrespiratorios en corredores recreativos. Sin embargo, futuros estudios serán necesarios para comparar medias con distintos niveles de compresión para observar si ocurren las adaptaciones buscadas.

¿Mejora la ingesta de vitamina D durante el entrenamiento de fuerza la respuesta hipertrófica y la fuerza muscular en hombres jóvenes y ancianos? Estudio randomizado controlado

Does vitamin-D intake during resistance training improve the skeletal muscle hypertrophic and strength response in young and elderly men? A randomized controlled trial ([pdf original](#))

Agergaard J, Trøstrup J, Uth J y col
Nutr Metab (Lond), 12:32, Sept-2015

Se sabe que tanto la fuerza muscular como los niveles de vitamina D disminuyen con la edad. Niveles bajos de vitamina D se asocian con una menor fuerza muscular y una función física pobre en individuos ancianos. Además, se ha propuesto que la vitamina D juega un papel importante para obtener una función esquelética óptima. Estudios recientes han demostrado que la ingesta de vitamina D puede mejorar la función esquelética y la fuerza en personas frágiles con insuficiencia de vitamina D. Este estudio investigó si la ingesta de vitamina D puede mejorar la respuesta muscular al entrenamiento de fuerza en hombres jóvenes y ancianos sanos. Se aleatorizaron dos grupos de hombres jóvenes sedentarios ($n = 20$, edad 20–30) y ancianos sedentarios ($n = 20$, edad 60–75) a 16 semanas de una suplementación diaria bien con 48 μg de vitamina-D + 800 mg de calcio (Vitamin-D-group) o 800 mg de calcio (Placebo-group) durante un periodo y a una latitud de poca luz solar (Diciembre-Abril, 56°N). Durante las 12 últimas semanas de la suplementación los sujetos participaron en un entrenamiento progresivo de fuerza del cuádriceps. Se determinó la hipertrofia muscular, como los cambios en el área de sección transversal (CSA), y la fuerza isométrica del cuádriceps. Se analizaron biopsias musculares para estudiar la morfología y cambios de los tipos de fibras, así como la expresión de ARNm del receptor de la vitamina D (VDR), citocromo p450 27B1 (CYP27B1) y la miostatina. En los grupos vitamin-D, la concentración sérica de 25(OH)D aumentaron significativamente y a la semana 12 fue mayor que en el grupo placebo tanto en el grupo de hombres jóvenes (71.6 vs. 50.4 nmol/L, respectivamente) como en los hombres ancianos (111.2 vs. 66.7 nmol/L, respectivamente). Tras 12 semanas de entrenamiento de fuerza, la CSA del cuádriceps y la fuerza isométrica aumentaron en comparación con el inicio de la intervención en los jóvenes (CSA $p < 0.0001$, fuerza $p = 0.005$) y en los ancianos (CSA $p = 0.001$, fuerza $p < 0.0001$) sin diferencias entre los grupos placebo y vitamin-D. La ingesta de vitamina D y el entrenamiento de fuerza aumentaron la fuerza/CSA en los ancianos comparados con los jóvenes ($p = 0.008$). En el grupo joven vitamin-D, el cambio en el porcentaje de fibras tipo IIa fue mayor tras 12 semanas de entrenamiento ($p = 0.030$) y la expresión de RNAm de la miostatina menor en comparación con el grupo placebo ($p = 0.006$). Ni el entrenamiento de fuerza ni la ingesta de vitamina D cambió la expresión de RNAm de VDR. En conclusión, no se pudo detectar un efecto aditivo de la ingesta de vitamina D durante 12 semanas de entrenamiento de fuerza sobre la hipertrofia del músculo entero ni en la fuerza muscular, pero sí una mejor calidad muscular en los ancianos y morfología de los tipos de fibras en los jóvenes, indicando un efecto de la vitamina D en la remodelación del músculo esquelético.

Efectos del ejercicio aeróbico en carbohidratos y lipoproteínas postprandiales después de la ingestión de galletas en mujeres jóvenes sanas

Effects of aerobic exercise on postprandial carbohydrate and lipoprotein following cookie ingestion in healthy young women ([pdf original](#))

Hashimoto S, Mizutani E, Suzuki M, Yoshida A, Naito M
J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) 61(4): 299-305, 2015

Existe un creciente interés en el estudio de la lipidemia y glucemia postprandial, especialmente por el aumento de partículas remanentes, como un factor de riesgo para la aterosclerosis. En este estudio se analizó la respuesta postprandial aguda del ejercicio aeróbico en el metabolismo de la glucosa y de los lípidos después de la ingestión de galletas. Quince mujeres jóvenes y sanas de Japón, con un peso normal pero estilo de vida sedentario, con el fenotipo genético común de la apolipoproteína E3/3 para reducir la variabilidad, se sometieron a 2 pruebas experimentales en las que tras una ayuno de 12 horas (noche) ingirieron 1.53 g/kg de galletas y realizaron bien ejercicio postprandial, 30 minutos de caminar realizados 20 minutos después de la ingestión de las galletas, o no realizaron ejercicio. Se tomaron muestras de sangre antes de ingerir las galletas y 20 minutos y 1, 2, 3, 4 y 6 horas después. No se observaron cambios en la concentración de glucosa entre las 2 pruebas experimentales. No obstante, la concentración de insulina 1 hora después de la ingestión de las galletas fue 9 $\mu\text{U}/\text{mL}$ menor en la prueba con ejercicio que en la prueba sin ejercicio ($P < 0.05$). Consecuentemente, el ratio glucosa/insulina fue significativamente mayor en la prueba con ejercicio ($P < 0.05$) en el mismo punto temporal. Sin embargo, en ese mismo punto temporal, las concentraciones de triglicéridos, partículas remanentes-probables y apolipoproteína B48 fueron mayores en la prueba sin ejercicio. Por lo tanto, el ejercicio postprandial produjo un efecto de ahorro de la insulina después de la ingestión de galletas, mejorando la sensibilidad a la insulina. Pero, por otro lado, el ejercicio postprandial transitoriamente estimuló la secreción exógena de apolipoproteína B48 durante el principio del periodo de observación, aunque no se observaron efectos consecuentes más allá. La conclusión que arroja estos datos es que el ejercicio aeróbico postprandial es efectivo para mejorar el metabolismo de los carbohidratos postprandial, pero no el de los lípidos.

El efecto de ingestión aguda de café turco en tiempo de reacción y el rendimiento en el tiempo de prueba

The effect of an acute ingestion of Turkish coffee on reaction time and time trial performance ([pdf original](#))

Church D, Hoffman J, LaMonica M y col
J Int Soc Sports Nutr 12:37, 2015

Los efectos de la cafeína son atribuidos a su actividad farmacológica, actuando como antagonista de los receptores de adenosina en el cerebro. El café turco no se filtra por goteo, sino que su preparación resulta en una mayor cantidad de componentes activos que contribuyen a una mayor concentración de cafeína. El propósito de este estudio fue examinar los beneficios del café turco consumido una hora antes del ejercicio, analizando factores metabólicos, cardiovasculares y psicológicos como la atención y alerta sobre 20 adultos activos, consumidores de cafeína regularmente (>20mg por día). Todos ingirieron 3mg/kg de peso corporal de cafeína de café turco (TC) y descafeinado (DC) en un diseño cruzado aleatorio doble ciego. Las mediciones se llevaron a cabo 30 min después de la ingestión de café antes del ejercicio (PRE) e inmediatamente después del test de 5K (IP). Las concentraciones en plasma de cafeína fueron significativamente mayores durante TC ($p < 0,001$) en 30+ (PRE) y (IP) comparadas con DC, al igual que los niveles de energía subjetivos percibidos. El tiempo de reacción de los miembros superiores ($p = 0,023$) y RER (Respiratory Exchange Rate) ($p = 0,019$) fueron significativamente mayores para TC (85 "golpes" y 0,98 respectivamente) comparado con DC (81 "golpes" y 0,96). Aunque no se observaron diferencias significativas en test de 5K, 12 de los 20 corrieron más rápido durante TC. La presión arterial sistólica estuvo elevada durante TC de manera significativa. No se obtuvieron diferencias significativas en el resto de mediciones metabólicas ni cognitivas, ni en otros aspectos de rendimiento.

Recomendaciones para la nutrición saludable en corredoras de resistencia: una actualización

Recommendations for healthy nutrition in female endurance runners: an update ([pdf original](#))

Deldicque L, Francaux M
Front Nutr 2:17, 2015

La importancia de la nutrición en los deportes de resistencia es obvia y ha sido un tema bastante tratado en revisiones anteriores. Además, estamos asistiendo en los últimos años a un incesante crecimiento en la participación de las mujeres en eventos y práctica de deportes de resistencia. El propósito de esta revisión está enfocado en recomendaciones específicas para corredoras de resistencia, teniendo en cuenta los requerimientos fisiológicos específicos y cubriendo requerimientos y aspectos claves de los macronutrientes. La necesidad de mantener una masa corporal baja puede llevar a situaciones paradójicas creando desequilibrios nutricionales y deficiencias en restricciones energéticas, de macro o micronutrientes, que pueden finalmente tener efectos negativos en la salud y el rendimiento. Se deberá prestar atención pues a la ingesta calórica total, que a veces suele ser menor a los requerimientos energéticos, los cuales, se estiman como mínimo en 45 Kcal/kg de masa libre de grasa/día más la cantidad necesaria para la actividad física realizada. La cantidad recomendada de 1,2-1,4 g de proteína/kg/día ha sido cuestionada por nuevas investigaciones que sugieren que 1,6 g/kg/día podría ser más apropiado. Aunque de una manera menos sensible que en los hombres, la carga de carbohidratos puede ser beneficiosa antes de una carrera si la cantidad llega a 8 g/kg/día. Un estatus pobre de hierro suele ser común en este grupo de población, afectado por factores como la menopausia (18 mg/día), el ciclo menstrual, la inflamación o la elevada carga de trabajo pero los alimentos ricos en hierro (carne, marisco, legumbres) junto a facilitadores de la absorción de hierro (como el ácido ascórbico) y los suplementos puede ayudar a equilibrarlo. Una inadecuada composición en la dieta puede afectar a la absorción de este mineral (deficiencias en Vit D o consumo de carnes) y a la eritropoyesis (deficiencias en B12, B6, ácido fólico o cobre). Finalmente esta población deberá estar alerta de que pueden estar en riesgo de bajos niveles de calcio y Vit D. Las recomendaciones diarias serían 1000 mg para calcio y entre 300 y 2000 IU para Vit D, influenciada ésta por la exposición al sol.

Influencia del entrenamiento interválico en hipoxia y recuperación hiperóxica en la activación muscular y la oxigenación en relación a ejercicios de doble bastón

Influence of hypoxic interval training and hyperoxic recovery on muscle activation and oxygenation in connection with double-poling exercise ([pdf original](#))

Zinner C, Hauser A, Born DP, Wehrlin JP, Holmberg HC, Sperlich B
PLoS One 10(10): e0140616, 2015

La influencia de la inhalación de diferentes presiones parciales de oxígeno (es decir, la hipoxia y la hiperoxia) sobre la actividad y la oxigenación de los diversos grupos musculares ha caracterizado las diferentes intensidades de ejercicio. La disponibilidad de oxígeno (O₂) tiene un impacto crucial en el tiempo requerido para la recuperación de la fosfocreatina, así como en la difusión de O₂ en las células musculares. Cuanto más pronunciados sean los niveles de hipoxia, los cambios en la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) evocan esfuerzos cardiorrespiratorios diseñados para compensar la reducción en el transporte sistémico de O₂, y así contrarrestar el deterioro de la actividad y el rendimiento muscular. Al mismo tiempo, la hiperoxia eleva la cantidad de oxígeno disuelto en el plasma arterial, acelerando potencialmente la recuperación muscular. En los últimos años, las respuestas fisiológicas durante un ejercicio de alta intensidad con entrenamiento hipóxico intermitente, así como sprints en hipoxia, han atraído un creciente interés científico. En el presente estudio se evaluó la influencia del oxígeno en el rendimiento a diferentes presiones parciales durante la recuperación del ejercicio a nivel del mar y una altitud simulada de 1.800 m, reflejando la activación de diferentes músculos superiores del cuerpo, y la oxigenación del m. tríceps braquial. Diez atletas masculinos de resistencia (n=10, 25,3 ± 4,1 años; 179,2 ± 4,5 cm; 74,2 ± 3,4 kg) realizaron cuatro ensayos de prueba, realizando en cada uno tres sesiones interválicas de 3 min en un ergómetro de doble bastón con 3 min de recuperación. Un ensayo se llevó a cabo bajo normoxia (No) y otro en condiciones de hipoxia (Ho; FiO₂ = 0,165). En el tercer y cuarto ensayo el ejercicio se realizó en normoxia e hipoxia, respectivamente, con recuperación hiperóxica (HOX; FiO₂ = 1,00) en ambos casos. Los niveles de saturación de hemoglobina arterial fue mayor en las dos condiciones con HOX que sin HOX (p<0,05). Para evaluar la actividad eléctrica muscular integrada, se registró la actividad electromiográfica del bíceps braquial, tríceps braquial, dorsal ancho y pectoral mayor, la cual no fue influenciada por el contenido de oxígeno (mejor d = 0,51). Por otra parte, la única diferencia en el índice de saturación del tejido medido mediante espectroscopia de infrarrojo cercano, se observó entre los períodos de recuperación durante las intervenciones NoNo y HoHOX (P <0.05, d = 0,93). En el caso de HoHo, la potencia media (P_{media}) de los atletas disminuyó desde el primer hasta el tercer intervalo (P <0,05), mientras que la P_{media} no fue modificada en condiciones HoHOX, NoHOX y NoNo. Llegamos a la conclusión de que la disminución menos pronunciada en P_{media} durante 3x3 min sprints en ejercicios de doble bastón en normoxia e hipoxia con recuperación hiperóxica no está relacionada con cambios en la actividad muscular o la oxigenación. Por otra parte, concluir que la hiperoxia (FiO₂ = 1,00) cuando se utiliza junto con intervalos en hipoxia o normoxia, puede ser una ayuda eficaz cuando se inhala durante los intervalos de recuperación posteriores.



Una dieta alta en proteínas (3,4 g/kg/día) combinada con un programa de entrenamiento de fuerza mejora la composición corporal en hombres y mujeres entrenados

A high protein diet (3,4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women - A follow-up investigation
(pdf original)

Antonio J, Ellerbroek A, Silver T y col
J Int Society Sports Nutr 12: 39, 2015

El posicionamiento oficial acerca de la recomendación de ingesta proteica para sujetos físicamente activos es de 1,4-2,0 g/kg/día. Otros investigadores han sugerido de 1,2 a 1,4 g/kg/día y 1,6-1,7 g/kg/día para deportistas de resistencia aeróbica y fuerza, respectivamente. Casi todos los investigadores están de acuerdo en situar el techo en los 2 g/kg/día en relación a las necesidades de los atletas. Algunos estudios han mostrado que aportes de > 4 g/kg/día unido a programa de ejercicio no tenían efectos significativos sobre la composición corporal. El objetivo de esta investigación fue determinar si una dieta rica en proteínas junto con un programa de ejercicio de fuerza podría afectar a los índices de composición corporal, el rendimiento y la salud. Participaron 48 sujetos hombres y mujeres, entrenados en fuerza. El grupo de alto contenido proteico (HP) consumió > 3 g/kg/día, mientras que el grupo control (NP) consumió unos 2 g/kg/día. Todos realizaron un entrenamiento programado de fuerza durante el periodo de estudio (8 semanas). Los resultados mostraron un consumo de 2,3 y 3,4 g/kg/día para los grupos NP y HP, respectivamente. El grupo HP consumió más proteínas y más calorías que el grupo NP. Se produjeron cambios significativos en los grupos en peso corporal (+1,3 kg NP y -0,1 kg HP), masa grasa (-0,3 kg NP y -1,7 kg HP), y % grasa corporal (-0,7 kg NP y -2,4 kg HP). El grupo NP ganó significativamente más peso que el HP, sin embargo el grupo HP perdió significativamente más masa grasa y % grasa corporal. La masa libre de grasa aumentó en ambos grupos (+1,3 kg) sin diferencias entre ellos. En ambos grupos mejoró la fuerza máxima y salto vertical, pero sin diferencias entre ellos. No se observaron cambios en parámetros sanguíneos vinculados a la salud. Los investigadores cuestionan que los atletas solo necesiten 1,5-2 g/kg/día de proteínas, y plantean una recomendación mínima de proteínas para sujetos entrenados de 2 g/kg/día. En conclusión, una dieta rica en proteínas (3,4 g/kg/día) junto con un programa de fuerza puede otorgar beneficios en relación a la composición corporal. Además, no hubo evidencias que la ingesta de una elevada cantidad de proteínas tuviera efecto negativo para la salud.

La ingestión de cafeína aumenta el metabolismo glucolítico estimado durante el combate simulado de taekwondo pero no mejora el rendimiento ni la reactivación parasimpática

Caffeine ingestion increases estimated glycolitic metabolism during taekwondo combat simulation but does improve performance or parasympathetic reactivation ([pdf original](#))

Lopes-Silva JP, Silva Santos JF, Branco BH y col
Plos One 10 (11): e0142078, 2015

El metabolismo oxidativo es el principal camino metabólico para proveer la energía durante un combate de taekwondo. Además, en estudios previos se observó que las acciones de alta intensidad se mantenían por el metabolismo ATP-PCr, en el cual el metabolismo glucolítico es el más importante para realizar numerosas acciones de alta intensidad durante el combate de taekwondo, y así mejorar el rendimiento. Por otro lado, una rápida recuperación entre asaltos es crucial en taekwondo para mantener el rendimiento y conseguir el éxito, ya que un combate oficial de taekwondo se compone de 3 asaltos de 2 minutos con 1 minuto de descanso entre ellos. Las estrategias nutricionales, como la suplementación con cafeína, deben estar encaminadas hacia estos objetivos, sin embargo no hay claras evidencias en la literatura sobre los efectos de la ingestión de cafeína en el coste energético, rendimiento, y reactivación parasimpática durante y después de un combate de taekwondo. Para ello, 10 taekwondistas realizaron 2 pruebas separadas por 48h donde ingirieron aleatoriamente 5 mg/kg de peso de cafeína o placebo 1 hora antes de realizar un combate simulado de taekwondo (3 asaltos de 2 minutos con 1 minuto de descanso entre asaltos). Se filmaron los combates para analizar el rendimiento. Además se registraron la concentración sanguínea de lactato y el esfuerzo percibido antes y después de cada asalto, se monitorizó la FC y se calculó la contribución estimada oxidativa de los sistemas ATP-PCr y glucolítico durante todos los combates. Finalmente se evaluó la activación parasimpática mediante el análisis de la FC al final del último asalto y a los 60 segundos de recuperación y analizando el tiempo de descenso de la FC durante 6 minutos post-ejercicio. La ingestión de cafeína aumentó significativamente la contribución de la energía glucolítica comparado con el placebo (12.5 ± 1.7 vs 8.9 ± 1.2 kJ; $p < 0.05$). Sin embargo, la ingestión de cafeína no mejoró el rendimiento ni aumentando el número ni el tiempo de ataque. De la misma manera, tampoco existieron diferencias en el esfuerzo percibido, concentración de lactato, FC ni en la contribución metabólica del sistema ATP-PCr durante los combates. Además, el análisis de la FC post-ejercicio tampoco evidenció diferencias en la reactivación parasimpática entre la ingestión de cafeína y el placebo. De acuerdo a estos datos la ingestión de cafeína aumentó la contribución glucolítica estimada durante los combates simulados de taekwondo, pero esto no supuso ningún cambio en rendimiento, esfuerzo percibido o reactivación parasimpática.

Papel de la suplementación con creatina en el daño muscular inducido por el ejercicio: una mini-revisión

Role of creatine supplementation in exercise-induced muscle damage: A mini review ([pdf original](#))

Kim J, Lee J, Kim S, Yoon D, Kim J, Sung DJ
J Exerc Rehabil 11(5): 244-250, 2015

El daño muscular es inducido tanto por el ejercicio de fuerza a alta intensidad como por el ejercicio de resistencia. La creatina es usada ampliamente como suplemento dietético para mejorar el rendimiento reduciendo el daño muscular inducido por el ejercicio. Muchos investigadores han sugerido que tomar creatina reduce el daño a través de la disminución de la respuesta inflamatoria y del estrés oxidativo, regulando la homeostasis del calcio y activando las células satélite. Sin embargo, los mecanismos que subyacen en torno a la creatina y el daño muscular no han sido clarificados. Por tanto, esta revisión analiza los efectos regulatorios de la creatina sobre el daño muscular recopilando la información recogida en investigaciones de ciencia elemental y de ciencias del deporte. Algunos estudios han demostrado mejoras en la fuerza isométrica máxima y un descenso en los niveles de CK asociados a la ingesta de creatina, reduciéndose el daño muscular. Sin embargo, varios estudios sugieren que la creatina no tiene efectos sobre el daño muscular inducido por el ejercicio; pudiendo explicarse estos resultados contradictorios debido a las diferencias en los protocolos de ejercicios que se han utilizado. El primer mecanismo potencial de la creatina es que reduce la respuesta inflamatoria después del daño muscular inducido por el ejercicio, con reducciones significativas en PGE₂ y TNF- α . INF- α e interleucina-1 β . El segundo mecanismo potencial es la disminución del estrés oxidativo, aunque los estudios analizados están limitados a animales; en humanos aún no está claro. Otro mecanismo de la creatina es la regulación de la homeostasis del calcio, asistiendo en el mantenimiento de la bomba de calcio del retículo sarcoplasmático mediante la fosforilación de ADP a ATP, lo cual disminuye los niveles de calcio citosólico. Sin embargo, esta hipótesis necesita futuras investigaciones. Finalmente, la creatina se ha asociado con las células satélite, demostrándose que su ingesta promueve la proliferación y diferenciación de estas células y activando genes citoesqueléticos remodelados. En conclusión, la creatina puede ser un suplemento dietético útil para prevenir el daño muscular y facilitar la recuperación tras ejercicios de alta intensidad, lo cual puede aplicarse al ámbito de la rehabilitación deportiva. En cualquier caso, varios mecanismos sobre cómo la creatina previene el daño muscular inducido por el ejercicio necesitan ser examinados en futuras investigaciones bien diseñadas.

(In)Consistencias en las respuestas a la suplementación con bicarbonato sódico: Un estudio aleatorizado, de medidas repetidas, contralanceado y doble-ciego

(In)Consistencias in responses to sodium bicarbonate supplementation: A randomised, repeated measures, counterbalanced and double-blind study ([pdf original](#))

Froio de Araujo Dias G, da Eira Silva V, de Salles Painelli V y col
PloS One 10 (11): e0143086, 2015

Existen numerosos estudios sobre los efectos del consumo de bicarbonato sódico sobre el ejercicio, incluyendo un meta-análisis que establece una dosis de 0.3 g/kg para mejorar el ejercicio en torno a un 1.7 %. Sin embargo, existen muchos otros estudios en los que dicho efecto ergogénico no se observa. Por ello, en este estudio se investigó la consistencia de las respuestas durante el ejercicio tras la ingesta de una dosis de 0.3 g/kg de bicarbonato sódico, empleando un protocolo contralanceado de medidas repetidas (mismas pruebas, mismos sujetos). 15 hombres físicamente activos realizaron 6 pruebas experimentales donde ingirieron bicarbonato sódico en 4 pruebas o placebo en las otras 2. Las pruebas consistieron en realizar un test hasta la fatiga a una intensidad de 110% W_{max} . Se analizaron pre y post y 5min-post ejercicio el pH, bicarbonato, exceso de base y lactato sanguíneos. Se registró el trabajo total realizado como resultado del ejercicio. La suplementación con bicarbonato sódico aumentó los niveles de pH, bicarbonato y exceso de base en sangre desde la situación basal a la pre-ejercicio en las 4 pruebas en las que se ingirió bicarbonato sódico ($P < 0.05$ comparado con las pruebas placebo). El lactato sanguíneo se elevó tras el ejercicio en las 6 pruebas experimentales ($P < 0.05$) y fue ligeramente mayor en algunas de las pruebas de ingesta de bicarbonato sódico. En cuanto al trabajo total realizado, no indicó una mejora tras la ingesta de bicarbonato sódico en ninguna de las 4 pruebas comparado con las de placebo. No obstante, la inferencia basada en la magnitud sugiere que en la cuarta prueba de bicarbonato sódico, hay una probabilidad del 93% de mejorar el rendimiento. En 10 sujetos se dio el hecho de que mejoraron su rendimiento en, al menos, una prueba de bicarbonato sódico. Sin embargo, 5 participantes no mejoraron su rendimiento en ninguna prueba. Basado en estos datos se concluyó que tras la ingesta de bicarbonato sódico previamente al ejercicio, los mecanismos para mejorar el ejercicio estaban dispuestos antes de comenzar el mismo, aunque esto solamente resultó en una probabilidad alta de mejora (93%) en 1 de 4 pruebas. Por lo tanto, no existe consistencia en cuanto a que la suplementación con bicarbonato sódico mejora la capacidad de ejercicio de alta intensidad, y que por tanto se tiene que tener precaución a la hora de interpretar los resultados de experimentos individuales así como de la eficacia de la suplementación con bicarbonato sódico.



Consumo de alcohol y ejercicio: qué sabemos, qué necesitamos saber y porqué es importante

Exercise and alcohol consumption: what we know, what we need to know, and why it is important ([pdf original](#))

Leasure JL, Neighbors C, Henderson CE, Young CM
Front Psychiatry 6: 156, 2015

El ejercicio provee unos enormes beneficios para el cerebro y el cuerpo, y es visto como un factor de protección contra la enfermedad. Los factores protectivos tienden a agruparse juntos, esto es que la gente que se une a un comportamiento saludable, como el ejercicio, también se unen a otros comportamientos saludables, como mantener una dieta nutritiva y tener suficiente descanso. En contraste al ejercicio, el consumo de alcohol no es típicamente visto como una conducta de promoción de la salud, aunque su consumo moderado se ha asociado a un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares. Sorprendentemente, varios estudios basados en poblaciones amplias han demostrado una asociación positiva entre la actividad física y la ingesta de alcohol. La presente revisión se centra en qué se sabe sobre esta relación, incluyendo tanto las bases neuronales potenciales como los factores de control, y analiza las direcciones importantes para futuros estudios, como una caracterización más a fondo de la gente que bebe y hace ejercicio. Nos centramos en las ramificaciones para intervenir en personas que tienen desórdenes en el consumo de alcohol, donde el ejercicio ha sido medido tanto como tratamiento como medida preventiva, con resultados mezclados. Creemos que, para que las intervenciones sean efectivas, las pruebas clínicas deben distinguir entre los tratamientos que han sido buscados por las personas y los que no, así como asegurar que se emplea el ejercicio como una herramienta para disminuir el consumo de forma explícita. Proponemos que un mejor entendimiento de la relación entre la actividad física y la ingesta de alcohol maximizará los esfuerzos por intervenir informando sobre el diseño de las pruebas clínicas y dirigiendo investigaciones sobre estrategias de prevención, así como permitiendo que los individuos tomen decisiones educadas sobre sus comportamientos saludables.



Antioxidantes en saliva en atletas hombres después del ejercicio aeróbico y suplementación con ajo: estudio placebo-control, doble ciego, randomizado

Salivary antioxidants of male athletes after aerobic exercise and garlic supplementation: A randomized, double blind, placebo-controlled study ([pdf original](#))

Damirchi A, Zareei AS, Sariri R
J Oral Biol Craniofac Res 5(3): 146-152, 2015

La producción de especies reactivas de oxígeno y especies reactivas de nitrógeno es un evento natural y biológico del metabolismo. Sin embargo, la presencia de antioxidantes pueden reducir altamente los efectos negativos de los radicales libres. Es por ello que la eficiencia del sistema antioxidante en la fisiología del ejercicio es muy importante. SOD, la principal enzima que limpia los radicales superóxidos, es la primera línea de defensa contra el estrés oxidativo. Peroxidasa (POD) tiene la habilidad de reducir el daño del peróxido de hidrógeno convirtiendo H_2O_2 en H_2O . CAT, presente en peroxisomas, puede disminuir la fatiga inducida por ROS a través de la conversión de H_2O_2 en H_2O y oxígeno. La saliva puede poseer capacidades de limpiar radicales similares a los de sangre y hay una fuerte correlación entre los cambios antioxidantes en plasma y saliva en relación al ejercicio. Considerando la capacidad antioxidante del ajo, el propósito del estudio fue evaluar el efecto de combinar 14 días de ejercicio aeróbico hasta la extenuación con la suplementación con extractos de ajo en la capacidad antioxidante en saliva. Participaron 16 jóvenes que fueron aleatoriamente asignados en 2 grupos placebo (Grupo I) y extracto de ajo (Grupo II). Realizaron ejercicio aeróbico exhaustivo incremental en carrera en cinta antes y después de la suplementación. Las muestras se cogieron antes, inmediatamente después y una hora después de la actividad. La actividad antioxidante en términos de peroxidasa (POD), superóxido dismutasa (SOD), y catalasa (CAT) fue medida después usando sus respectivos substratos. Se observó un incremento significativo en la actividad antioxidante de SOD, POD y CAT en saliva del grupo de suplementación comparado con el placebo. Los hallazgos sugieren que el incremento en la actividad de las enzimas antioxidantes podría disminuir el daño inducido por el ejercicio en atletas.

Sistema endocrino

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015





Impacto del entrenamiento con espacio muerto respiratorio adicional en espirometría y en patrón respiratorio de ejercicio en ciclistas

Impact of training with additional respiratory dead space on spirometry and exercise respiratory pattern in cyclists ([pdf original](#))

Hebisz RG, Hebisz P y Zaton MW
CEJSSM 9(1): 75-83, 2015

El objetivo de nuestro experimento de 10 semanas de duración fue investigar el impacto del entrenamiento con espacio muerto adicional (DS) sobre espirometría y la respiración en ejercicio. El entrenamiento de los músculos respiratorios se aplica para el desarrollo de la capacidad de ejercicio. Veinte ciclistas fueron asignados a dos grupos: el experimental (E) y el control (C). Todos ellos siguieron con su programa inicial de entrenamiento. Durante los entrenamientos de resistencia (dos veces por semana) el grupo E usó DS adicional (1000 cm³). Inmediatamente antes y después del experimento cada participante realizó una espirometría y un test continuo. El test de espirometría midió los flujos pico inspiratorio (PIF) y espiratorio (PEF), el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1) y la capacidad vital forzada (FVC). El test continuo midió el volumen corriente (TV), la frecuencia respiratoria (RF), junto con los tiempos de inspiración y espiración. Nuestro experimento demostró que el TV aumenta y la RF disminuye en ambos grupos. Además, el valor del TV fue significativamente más alto en el grupo E que en el C. El valor del PIF también incrementó significativamente, y se observó una tendencia al aumento del PEF y FEV1 solamente en el grupo E. Llegamos a la conclusión de que el DS respiratorio adicional usado en el grupo experimental provocó un incremento de flujo de aire observado en el test de espirometría realizado durante el descanso y durante el ejercicio aeróbico intenso.



El calentamiento de los músculos respiratorios no tiene impacto sobre el rendimiento u oxigenación de los músculos locomotores durante un ejercicio en bicicleta de sprint intermitente de alta intensidad

Inspiratory muscle warm-up has no impact on performance or locomotor muscle oxygenation during high-intensity intermittent sprint cycling exercise ([pdf original](#))

Ohya T, Hagiwara M y Suzuki Y
Springerplus 4:556, 2015

El calentamiento mejora el rendimiento durante sprints aislados y durante los primeros en series de sprints intermitentes, por lo que un calentamiento adecuado es esencial para un rendimiento óptimo de ejercicios de sprint de alta intensidad. Se ha mostrado recientemente que el calentamiento de los músculos respiratorios (IM), junto con el calentamiento global, mejora el rendimiento en ejercicio, reduciendo la percepción de disnea y disminuyendo la concentración sanguínea de lactato, pero no está claro que pueda mejorar el rendimiento en ejercicios de sprint de alta intensidad. Se ha observado por otra parte, que un descenso de la oxigenación de los músculos respiratorios se asoció con un descenso de la oxigenación de músculos locomotores en ejercicio de alta intensidad, por lo que se ha esgrimido que un alto requerimiento de oxígeno por los músculos respiratorios puede limitar el rendimiento de los músculos locomotores. Adicionalmente, la fatiga de los músculos respiratorios parece el resultado del incremento del trabajo respiratorio más la competición con los músculos locomotores del flujo sanguíneo. Por otra parte, el mantenimiento de la potencia en sprints repetidos es limitado por la disponibilidad de fosfocreatina (PC), y sabemos que la resíntesis de PC depende de la disponibilidad de oxígeno. El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de un calentamiento de los músculos inspiratorios (IM) sobre el rendimiento y oxigenación de los músculos respiratorios durante un ejercicio de sprint intermitentes de alta intensidad. Diez sujetos realizaron idénticos test de ejercicio (10 x 5 s con 25 s de recuperación sobre un cicloergómetro) después de realizar uno de los siguientes protocolos de calentamiento. El calentamiento de IM consistió en 2 series de 30 s de esfuerzo inspiratorio con una resistencia equivalente al 15% (OLA) ó 40% (IMW) de la presión inspiratoria máxima (MIP). Se determinó el descenso de la potencia entre los sprints, valorando también niveles de oxihemoglobina. Los resultados mostraron que después de IMW aumento significativamente el MIP, no obteniendo cambios con PLA. La potencia pico y el % descenso de la potencia, así como los cambios en la oxihemoglobina, no mostraron diferencias entre condiciones. En resumen, un calentamiento específico de los músculos respiratorios realizado antes de un ejercicio de sprint intermitente de alta intensidad no mostró efectos significativos sobre el rendimiento o niveles de oxigenación de los músculos locomotores en sujetos sanos no entrenados.

Sistema respiratorio

Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015



La irisina en sangre aumenta transitoriamente después de sesiones únicas de ejercicio de resistencia intenso y entrenamiento de fuerza pesado

Irisin in blood increases transiently after single sessions of intense endurance exercise and heavy strength training ([pdf original](#))

Nygaard H, Slettaløkken G, Vegge G y col
PLoS One 10(3): e0121367, 2015

La irisina es una hormona identificada recientemente que se induce mediante el ejercicio y cuya función es la de aumentar el gasto de energía, al menos en roedores. El objetivo principal de este estudio fue probar la hipótesis de que la irisina aumenta de forma aguda en sangre después de sesiones individuales de ejercicio intenso de resistencia (END) y entrenamiento intenso de fuerza (STR). Como objetivo secundario, se exploró la relación entre la composición corporal y los efectos inducidos por el ejercicio sobre la irisina, y el efecto de ambos ejercicios (END y STR) sobre la expresión muscular del gen FNDC5 (gen de la irisina). Nueve sujetos sanos moderadamente entrenados realizaron tres días de prueba usando un diseño cruzado aleatorizado y estandarizado: un día con 60 minutos de END, un día con 60 minutos de STR, y un día sin hacer ejercicio (CON). Se tomaron muestras de sangre venosa durante un período de 24 horas en los días de ejercicio. Tanto END y STR condujeron a aumentos transitorios de las concentraciones de irisina en sangre, alcanzando un máximo inmediatamente después de END y una hora después de STR, volviendo poco a poco a los niveles basales previos. La respuesta de la irisina al ejercicio STR, pero no END, mostraron una fuerte y consistente correlación negativa con la proporción de la masa corporal magra. Ni END ni STR afectaron a la expresión génica de FNDC5, medida a las 4 horas después de las sesiones de entrenamiento, aunque ambos protocolos de ejercicio condujeron a aumentos pronunciados en la expresión de PGC-1 α , que está implicado en el control transcripcional de FNDC5. Los resultados sugieren claramente que las sesiones individuales de ejercicio de resistencia intenso y entrenamiento de la fuerza intenso aumenta transitoriamente las concentraciones de irisina en sangre. Esto no se acompañó por un aumento de la expresión génica de FNDC5 medida 4 horas después del ejercicio. Los resultados sugieren que las respuestas de irisina a ejercicios de fuerza son más altas en personas con proporciones más bajas de la masa magra corporal.

El incremento en los niveles circulantes de irisina inducidos por el entrenamiento de resistencia se asocia con una reducción de la grasa visceral abdominal en adultos de mediana edad y de edad avanzada

Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults ([pdf original](#))

Miyamoto-Mikami E, Sato K, Kurihara T y col

PLoS One 10(3): e0120354, 2015

La acumulación de grasa induce a la obesidad e incrementa el riesgo de diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión y dislipidemia. El ejercicio físico regular reduce o previene la acumulación de grasa en todo el cuerpo, y en particular la grasa visceral, y por tanto reduce el riesgo de estas enfermedades relacionadas con el estilo de vida. Estudios recientes muestran que las mioquinas producidas y liberadas por el ejercicio pueden participar en la regulación de la oxidación de grasas. La expresión de la proteína codificada por el dominio 5 de la fibronectina tipo III (FNDC5) se activa tras su estimulación por la proteína 1α coactivadora (PPAR- α) del receptor activado por el proliferador de peroxisomas (PGC- 1α). El gen FNDC5 codifica una proteína de membrana tipo 1 que se escinde proteolíticamente y se secreta a la sangre como una citoquina llamada irisina. La irisina se secreta por el músculo esquelético y activa la expresión génica de la proteína desacopladora 1 (UCP1) por vía de la activación de la proteína PPAR- α en las células adiposas blancas, y por tanto incrementando el gasto energético a través de la termogénesis. El presente estudio tiene como objetivo elucidar los efectos del entrenamiento de resistencia en los niveles circulantes de irisina en adultos jóvenes, de mediana edad y mayores, así como determinar la asociación entre la alteración en los niveles de irisina y la reducción de grasa corporal derivado del entrenamiento de resistencia. Veinticinco adultos jóvenes (edad 21 ± 1 años; 16 hombres, 9 mujeres) y 28 adultos de mediana edad y mayores (edad 67 ± 8 años; 12 hombres, 16 mujeres) participaron en el estudio. Cada cohorte de edad se dividió en dos grupos: el grupo de entrenamiento de resistencia (14 jóvenes, 14 mediana edad/mayores) y el grupo control. Los sujetos en los grupos de entrenamiento completaron un programa de entrenamiento de resistencia de 8 semanas (pedaleo al 60-70% del pico de consumo de oxígeno [VO_{2peak}] durante 45 min, 3 días/semana). Antes y después de la intervención, se valoraron los niveles de irisina, el VO_{2peak} y la composición corporal. El incremento en el VO_{2peak} en los grupos de entrenamiento de jóvenes y mediana edad/mayores tras el periodo de intervención fue significativamente superior que en los grupos control ($P < 0.05$). Los niveles en suero de irisina fueron significativamente incrementados en el grupo de intervención de mediana edad/mayores tras la intervención ($P < 0.01$), pero no en el grupo de intervención joven. Además, en el grupo de intervención de mediana edad/mayores, la reducción en el tejido adiposo visceral se correlacionó negativamente con el cambio en los niveles de irisina ($r = -0.54$, $P < 0.05$). Estos resultados sugieren un posible rol de la irisina secretada en las alteraciones de la grasa abdominal visceral mediadas por el ejercicio en adultos de mediana edad y mayores.

Niveles de cortisol salival y sérico durante la recuperación de ejercicio intenso y ejercicio moderado prolongado

Salivary and serum cortisol levels during recovery from intense exercise and prolonged, moderate exercise ([pdf original](#))

Powell J, DiLeo T, Roberge R, Coca A, Kim JH
Biol Sport 32(2): 91-95, 2015

El cortisol ha ganado importancia durante las últimas décadas como un biomarcador de estrés de estímulos físicos o psicológicos. Hasta donde sabemos, ningún estudio ha comparado SALc y SERc en múltiples puntos de muestreo durante un largo período de recuperación tras ejercicio. Esto es importante para la planificación de recogidas de muestras de cortisol de múltiples sujetos como, por ejemplo, a raíz de un evento deportivo y/o actividades profesionales en las que el momento de recogida de muestras puede diferir entre sujetos y posiblemente confundir mediciones y comparaciones de cortisol. El objetivo de este estudio fue comparar las respuestas de cortisol sérico (SERc) y de cortisol salival (SALc) durante la recuperación de dos ejercicios exhaustivos diferentes para determinar el cortisol pico en los diferentes tiempos de muestreo y la concordancia entre niveles de SERc y SALc. Doce hombres sanos fueron sometidos a ejercicio máximo gradual en una cinta rodante hasta el agotamiento (MEx) y un ejercicio de bici submáximo prolongado en el calor durante 90 minutos (PEX), mientras que las muestras de SERc y SALc se tomaron de forma paralela al inicio, final del ejercicio, y en intervalos de 15 min después del final hasta conseguir una hora de recuperación. MEx y PEX aumentaron significativamente los niveles de SERc y SALc ($p < 0,01$), mientras que los niveles absolutos de SERc fueron aproximadamente 7-10 veces superiores a SALc. SERc y SALc mostraron una correlación altamente positiva ($R = 0,667-0,910$; $p < 0,05$) en la mayoría de los tiempos de muestreo y sólo unos pocos valores individuales estaban fuera del límite de acuerdo del 95% cuando se analizó por Bland-Altman plots. Sin embargo, los niveles de SERc pico (MEx: $784,0 \pm 147$; PEX: $705,5 \pm 212,0$ nmol · L⁻¹) ocurrieron a los 15 minutos de recuperación, mientras que los niveles picos de SALc (MEx: $102,7 \pm 46,4$; PEX: $95,7 \pm 40,9$ nmol · L⁻¹) se lograron al final del ejercicio en MEx y PEX. La tendencia de recuperación de SERc y SALc también difirió siguiendo MEx y PEX. La actividad de 11 β -hidroxiesteroide deshidrogenasa de tipo 2 enzimas pudo ser suprimida siguiendo MEx en comparación con PEX. En conclusión, para tomar muestras de niveles de SERc pico y SALc pico se debe tener en cuenta su evolución y características, así como el tipo de ejercicio realizado, mientras que SALc parece ser un marcador más sensible que SERc para la medición de las respuestas de cortisol durante la recuperación del ejercicio. A pesar de la alta correlación y concordancia entre niveles de SERc y SALc, tomados en conjunto, SALc es un método sensible y fiable para determinar las respuestas de cortisol después de realizar ejercicio, además de ser un método fácil de recogida de muestra y no invasivo.

El ejercicio aumenta el crecimiento de prolactina nocturno en hombres entrenados

Exercise augments the nocturnal prolactin rise in exercise-trained men ([pdf original](#))

Hackney AC, Davis HC, Lane AR
Ther Adv Endocrinol Metab 6(5): 217-22, 2015

La prolactina, una hormona fundamental en la reproducción masculina y femenina, se asocia con un desarrollo lento de las ondas de sueño, y la estimulación de los cambios circadianos temporales necesarios en la función inmune. Todos estos efectos son factores que pueden influir en la calidad de vida de un individuo, y en el caso de los atletas, el impacto en el proceso de recuperación de descanso que tiene importantes implicaciones para su salud. El objetivo de este estudio fue describir durante un período de 24 h las respuestas de prolactina de hombres entrenados en un día de descanso con no ejercicio en comparación con un día que implica sesiones de entrenamiento. Este es un estudio de diseño cuasi-experimental que usa la determinación de medidas repetidas de las respuestas de prolactina durante 24 h en hombres entrenados ($n = 16$; edad = $27,3 \pm 3,3$ años (media \pm desviación estándar)). Las muestras de sangre fueron tomadas cada hora durante un período de 24 horas en un día que involucró dos sesiones de entrenamiento de ejercicios intensivos (ED), y en un día de control (CD) separado sin ejercicio. El orden de ED y CD fue aleatorio. La actividad física y la dieta fueron controladas y replicadas para ED y CD. Las muestras de sangre fueron manipuladas, preparadas y analizadas utilizando prácticas clínicas estándar apropiadas. Los datos fueron analizados con el análisis de varianza de Friedman y el procedimiento estadístico post hoc de Nemenyi para medidas repetidas. En CD, la prolactina mostró un ritmo circadiano típico con valores diurnos de la hormona siendo inferiores que la subida nocturna una vez que el sueño se había iniciado ($p < 0,05$; 16:00-20:00 h > todas las otras veces). En ED, las respuestas de prolactina eran notablemente diferentes de las de CD. Las sesiones de ejercicio de mañana y tarde incluyeron aumentos significativos en la prolactina inmediatamente al final de las sesiones de ejercicio, siendo superior a los puntos de tiempo correspondientes de CD ($p < 0,01$; 01:00 h y 10:00 h); también para la segunda hora (2 h) después de la sesión de ejercicio por la mañana. En ED hubo una respuesta nocturna circadiana mostrada en la hormona de 16:00-24:00 h elevándose por encima de los todos los valores de no ejercicio efectuados para ese día específico ($p < 0,01$). Por último, la elevación nocturna de ED para la prolactina de 16:00-24:00 h fue significativamente mayor que las mismas horas respectivas en CD ($p < 0,05$). Los resultados demostraron claramente que las respuestas nocturnas de prolactina aumentaron en hombres entrenados en los días cuando realizan ejercicio. Se desconoce si esta respuesta aumentada sería igual para hombres menos entrenados o cuando se realiza una sola sesión de entrenamiento. Los mecanismos que inducen esta respuesta adaptativa no están claros pero merecen una investigación más profunda.



Cambios en los niveles de estrés hormonal con la aplicación de vibraciones antes de ejercicios de fuerza a diferentes intensidades

Changes in stress hormone levels with the application of vibrations before resistance exercises at different intensities ([pdf original](#))

Kim SS, Ju SB y Park GD

J Phys Ther Sci 27(9): 2845-7, 2015

Las vibraciones sobre los músculos antes del ejercicio tienen efectos positivos sobre la mejora de la habilidad motora y son usadas para aumentar los índices individuales de flujo metabólico y sanguíneo en el ámbito del deporte y la rehabilitación. El propósito del presente estudio fue determinar si las vibraciones deberían ser aplicadas antes de ejercicios de fuerza examinando los cambios en los niveles de estrés hormonal con la aplicación de vibraciones antes de ejercicios a diferentes intensidades. Dieciocho hombres sanos de 22.3 ± 2.4 años de media fueron incluidos, y se dividieron aleatoriamente en el grupo de una repetición máxima (1RM) al 50% (50%RMG, n = 6), el grupo de 1RM al 70% (70%RMG, n = 6), y el grupo de 1RM al 90% (90%RMG, n = 6). Tres series de sentadillas Smith fueron ejecutadas al 50% 1RM, 70% 1RM y al 90% 1RM según las intensidades establecidas, y se aplicaron vibraciones durante 1 min a una frecuencia fija de 30 Hz antes de cada serie. Se analizaron los niveles de estrés hormonal de epinefrina, norepinefrina y dopamina. Los niveles de epinefrina fueron significativamente más altos inmediatamente después del ejercicio que en reposo en 50%RMG; aunque no se obtuvieron cambios significativos en 70%RMG y 90%RMG. Los niveles de norepinefrina fueron significativamente más altos inmediatamente después del ejercicio que en reposo en los tres grupos. En cualquier caso, no se observaron cambios significativos en los niveles de dopamina en los tres grupos. La aplicación de vibraciones a una frecuencia de 30 Hz antes de ejercicios de fuerza al 70% de 1RM y al 90% de 1RM suprimió los aumentos de los niveles de estrés hormonal de epinefrina inmediatamente después del ejercicio.

Efectos de la actividad física en las hormonas sexuales de las mujeres: revisión sistemática y metanálisis de estudios controlados

Effect of physical activity on sex hormones in women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials ([pdf original](#))

Ennour-Idrissi K, Maunsell E, Diorio C
Breast Cancer Res 17(1):139, 2015

Varios estudios observacionales han encontrado una asociación inversa entre la actividad física y los niveles circulantes de estrógenos, relacionados positivamente con el riesgo de padecer cáncer de mama. Por ello, los niveles circulantes de hormonas sexuales podrían ser un marcador objetivo para evaluar el nivel de efectividad de la práctica de actividad física, así como para especificar el tipo y la dosis apropiada. Si se demuestra con este estudio que la actividad física tiene un efecto en los niveles circulantes de hormonas sexuales, clarificaremos uno de los mecanismos biológicos que relacionan la actividad física con el riesgo de padecer cáncer de mama. El objetivo de este estudio es determinar el efecto de las intervenciones con actividad física en los niveles de hormonas sexuales en mujeres sanas. Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas (MEDLINE, EMBASE, CENTRAL), desde su inicio hasta Diciembre de 2014, y también se buscaron revisiones relevantes y ensayos clínicos, sin restricción de lenguaje. Se incluyeron aquellos estudios randomizados y controlados (RCTs) que comparaban cualquier tipo de intervención con ejercicio con otras intervenciones o grupos control, y medían los efectos sobre los estrógenos, andrógenos o la proteína transportadora de hormonas sexuales (SHBG) en mujeres sin cáncer. Siguiendo el método descrito en el libro de Cochrane para revisiones sistemáticas, se extrajeron datos sobre las poblaciones, intervenciones y resultados principales, y se combinaron utilizando el método de la varianza inversa y un modelo de efectos randomizados. Se elaboró un protocolo preestablecido en el que el resultado principal fue la diferencia en los niveles circulantes de estradiol entre los grupos que realizaban actividad física (experimentales) y los grupos control tras la intervención. También se llevaron a cabo análisis de subgrupos y de sensibilidad para valorar el riesgo de sesgo. Se obtuvieron datos adecuados para una síntesis cuantitativa de 18 RCTs (1994 participantes) para el estradiol total y de 5 RCTs (1245 participantes) para el estradiol libre. El efecto general de la actividad física fue de un descenso estadísticamente significativo para tanto el estradiol total (diferencia media estandarizada [SMD] -0.12; intervalo de confianza [CI] del 95% -0.20 a -0.03; P = 0.01; I² = 0 %) como para el estradiol libre (SMD -0.20; 95 % CI -0.31 a -0.09; P = 0.0005; I² = 0 %). El análisis de subgrupos sugiere que este efecto es independiente del estatus menopáusico y es más evidente en mujeres no obesas y para ejercicio de alta intensidad. El metanálisis de las variables secundarias mostró que la actividad física induce un descenso estadísticamente significativo en la testosterona libre, androstenediona y dihidroepiandrosterona-sulfato y marcadores de adiposidad, mientras que se observó un incremento significativo en SHBG. En conclusión, aunque el efecto es relativamente modesto, la actividad física induce a un descenso en los niveles circulantes de hormonas y este efecto no se explica completamente por la pérdida de peso. Estos resultados enfatizan los beneficios de la actividad física para las mujeres.



Diferentes niveles de entrenamiento pueden alterar la cinética continua de la glucosa en sangre en su propio ritmo de carrera

Different training status may alter the continuous blood glucose kinetics in self-paced endurance running ([pdf original](#))

Suzuki Y, Shimizu T, Ota M y col
Exp Ther Med 10(3): 978-982, 2015

Uno de los principales propósitos del sistema metabólico energético es proporcionar una fuente de energía al cerebro, principalmente a través de la glucosa; por lo tanto, se espera que los niveles de glucosa en sangre correlacionen con el rendimiento del ejercicio. El nivel individual de entrenamiento y la forma física también puede afectar a los niveles de glucosa en sangre. El objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación entre los niveles de glucosa en sangre y velocidad de carrera durante una carrera prolongada en atletas con diferentes estados de forma física. Dos atletas universitarios, un triatleta y un jugador de tenis, corrieron un recorrido de 247,4m de circunferencia durante 5h mientras usaban un sistema de monitorización continua de glucosa. Se obtuvieron muestras de sangre en los puntos de tiempo -1h, 1h, 3h y 5h. Los atletas tenían libre acceso a líquidos y alimentos durante la carrera, y ambos corrieron casi al mismo ritmo, sin una disminución repentina en ritmo. Los niveles de glucosa en sangre aumentaron y se mantuvieron altos en el triatleta, mientras que el tenista se mantuvo hipoglucémico durante toda la tirada. La ingesta de hidratos de carbono no afectó a los niveles de glucosa en sangre. La magnitud de los cambios hormonales, por ejemplo, insulina, adrenalina y cortisol, fueron mayores en el jugador de tenis. La concentración de la glucosa en sangre no se correlacionó con la velocidad de ejecución o la ingestión de hidratos de carbono; sin embargo, se observó una discrepancia en la transición de la glucosa en sangre entre el triatleta y el jugador de tenis, lo que indica una posible asociación entre la adaptación al ejercicio de resistencia y la cinética de glucosa en la sangre durante un ejercicio prolongado.