

DSO

Nº 14 • DICIEMBRE 2015

DEPORTE, SALUD Y ENTRENAMIENTO



ASMA INDUCIDA
POR EL EJERCICIO

EFECTOS DEL CALOR
AMBIENTAL EN EL
RENDIMIENTO
DEPORTIVO Y SALUD

LOS MONITORES
DEPORTIVOS DE LA
FDM AVILÉS ANTE
PARADA CARDIACA

LAS TÉCNICAS DE
HIDROCINESITERAPIA
EN ENTRENAMIENTO
Y RECUPERACIÓN

LAS GRASAS COMO
APORTE ENERGÉTICO
EN EL EJERCICIO


GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
CULTURA Y DEPORTE


FUNDACIÓN
DEPORTIVA MUNICIPAL
Ayuntamiento de Avilés


Unidad Regional
de Medicina Deportiva
GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



CON EL DEPORTE,
de toda
la vida



FDM
AVILÉS

SUMARIO

01



Asma inducida por el ejercicio. Cuidados de enfermería y fisioterapia ▶	02	11
Efectos del calor ambiental en el rendimiento deportivo y la salud ▶	12	20
Los monitores deportivos de la Fundación Deportiva Municipal de Avilés ante la parada cardiaca ▶	21	25
Las técnicas de hidrocinesiterapia en el entrenamiento y en la recuperación ▶	26	36
Las grasas como aporte energético durante el ejercicio ▶	37	44
Bibliografía ▶	45	49

Edita: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE.
DIRECCIÓN GENERAL DE DEPORTE.
Depósito Legal: AS-3692-2002
Diseño y maquetación: SIGNUM COMUNICACIÓN Y DISEÑO.
Filmación: TIPO PRODUCCIÓN GRÁFICA.
Imprime: TIPO PRODUCCIÓN GRÁFICA.



* La revista Deporte, Salud y Entrenamiento no se responsabiliza de las opiniones aquí vertidas por los diferentes autores de los artículos.



02

ASMA INDUCIDA POR EL EJERCICIO. CUIDADOS DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA

- ▶ Introducción y conceptos básicos
- ▶ Epidemiología
- ▶ Asma inducida por el ejercicio (AIE)
- ▶ Cuidados de enfermería y fisioterapia

Introducción y conceptos básicos

Pedro Luis del Mazo Tomé ⁽¹⁾
Belén Fernández Alonso ⁽²⁾

SAC EN EL ÁREA SANITARIA IV (OVEDO)
DE ATENCIÓN PRIMARIA DEL SESPA EN ASTURIAS. ⁽¹⁾

CLÍNICA DE FISIOTERAPIA Y OSTEOPATÍA
BELÉN ALONSO (AVILÉS). ⁽²⁾



EL OBJETIVO DE ESTE ARTÍCULO ES ACERCAR A LA POBLACIÓN, ESPECIALMENTE DEPORTISTA, Y A LA COMUNIDAD SANITARIA ESTA PATOLOGÍA. EL ASMA INDUCIDO POR EL EJERCICIO ES UN PROBLEMA CADA VEZ MÁS EN AUMENTO EN LA ACTUALIDAD, DIFÍCIL DE DETECTAR POR EL SUJETO DADA SU INSIDIOSA FORMA DE APARICIÓN E INFRA DIAGNOSTICADA DADA LA COMPLEJIDAD DE LAS PRUEBAS NECESARIAS.

El ejercicio físico vigoroso puede acompañarse por signos y síntomas transitorios debido al estrechamiento de la vía aérea. Este fenómeno lo registró por primera vez Areteo de Capadocia alrededor del año 150 después de Cristo. La obstrucción de la vía respiratoria tras la realización de ejercicio se observó por primera vez entre individuos con asma subyacente y de aquí nació el término asma inducida por ejercicio (AIE).

Según la Iniciativa Global para el Asma (GINA), el asma es una enfermedad heterogénea, generalmente caracterizada por una inflamación crónica de las vías aéreas, definida por la historia de síntomas respiratorios como sibilancias, dificultad para respirar, tos y opresión en el pecho que varían en el tiempo y en la intensidad junto con la limitación del flujo aéreo espiratorio de manera variable (GINA 2015).



Se han observado síntomas similares al asma después del ejercicio en individuos sin la presencia de asma coexistente, especialmente en atletas. En esta población el fenómeno ha sido denominado broncoconstricción inducida por el ejercicio (BIA). Así podemos definir BIA como la obstrucción de la vía respiratoria producida en asociación con el ejercicio sin tener en cuenta la presencia de asma crónica (Exercise-Induced Bronchoconstriction and Asthma, p36). Y definimos AIE como el aumento transitorio de la resistencia en la vía aérea tras la realización de un ejercicio intenso que provoca una obstrucción de la misma en individuos asmáticos (Anderson 1997).



Epidemiología

A nivel mundial se estima que 300 millones de personas sufren de asma, una cifra que se prevé que aumente a 400 millones en 2025 (OMS 2007). La prevalencia del asma y sus síntomas relacionados varía entre el 1 y el 18% en diferentes países. La tasa de mortalidad anual del asma se estima en torno a 250.000 (GINA 2012). La alta prevalencia de asma en todo el mundo se ha convertido en un problema de salud comunitaria debido a los altos costos de la asistencia médica como resultado de la hospitalización y medicación (Giavina-Bianchi 2010).

Tomando como referencia EEUU nos damos cuenta de la importancia de tener en cuenta el impacto económico de la enfermedad donde se gastan alrededor de 30 billones de dólares al año debido a las visitas tanto al servicio de urgencias como al médico de cabecera incluyendo el gasto en medicación (CDC 2011). Los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) estimaron en 2006 que 1,6 millones de las visitas a urgencias y 440.000 hospitalizaciones en EEUU se relacionaban con el asma (CDC 2011).

El Reino Unido tiene una de las prevalencias más altas de asma en Europa con 5,4 millones lo que supone uno de cada cinco hogares afectados. De esa cifra 1,1 millones corresponden a niños, lo que indica que uno de cada 11 tiene asma (Asthma UK 2013).

En España, desde la perspectiva de la sociedad (incluyendo los recursos no sanitarios), el coste anual de un paciente con asma asciende a 1.726 euros (intervalo de confianza [IC] del 95%, 1.314–2.154). El 11,2% del gasto corresponde a recursos no sanitarios. Para el Sistema Nacional de Salud el gasto por paciente es de 1.533 euros (IC del 95%, 1.133–1.946). El coste es superior en los pacientes mayores de 65 años (2.079 euros) y en aquéllos con asma de mayor gravedad (959; 1.598; 1.553, y 2.635 euros para asma intermitente, leve, moderada y grave, respectivamente). De acuerdo con estos resultados, se estima que el coste anual del asma en España es de 1.480 millones de euros (IC del 95%, 382–2.565 millones) y de 3.022 millones de euros (IC del 95%, 2.472–3.535 millones) considerando el diagnóstico por hiperreactividad bronquial y sólo sintomático, respectivamente (Martínez-Moragón E. et al. 2009).

La problemática en niños es aún mayor en casos donde se asocia a otras enfermedades. El siguiente trabajo nos indica que hay datos preliminares donde el 5,3% de los niños con asma tienen respiración disfuncional y que, a diferencia de los adultos (Thomas 2001), se asocia con un peor control del asma (de Groot 2010). En un estudio más





reciente de niños con síndrome de hiperventilación nos sugiere que la prevalencia puede ser mucho mayor, con un 18,6% de no asmáticos y un 55% de asmáticos entre los niños afectados (Gridina 2013). Además, múltiples estudios epidemiológicos de todo el mundo indican que la prevalencia del asma entre los niños y adolescentes está aumentando (Wong 2008).

La BIE es bastante común, con una prevalencia entre el 7-20% en la población en general. Entre los pacientes que padecen asma hasta el 80% se piensa que tienen BIE (Randolph 2009). Sin embargo, hasta el 20% de los sujetos con BIE no tienen el diagnóstico de asma (Parsons 2013).

Asma inducida por el ejercicio (AIE)

El asma inducido por el ejercicio es una obstrucción aguda de los bronquios tras un ejercicio de intensidad y duración variable, que ocurre después de una fase inicial de broncodilatación. Es una manifestación clínica que puede aparecer en la mayoría de los asmáticos como parte de la enfermedad o como fenómeno aislado. Se define también como una disminución de la función pulmonar con un descenso de más del 10% del FEV1 basal, que sucede de forma inmediata o tras 15 minutos de un ejercicio moderado y que tiene una recuperación espontánea a los 30-90 minutos. Tanto el tipo de ejercicio como su duración e intensidad y el ambiente en el que se desarrolla van a influir en la aparición de asma inducido por el ejercicio y en la gravedad de la crisis (Alergias respiratorias 2020, p27).

El ejercicio físico vigoroso se puede acompañar de signos y síntomas clínicos transitorios similares a un ataque de asma y debido a la broncoconstricción postejercicio (estrechamiento de la vía aérea). Los síntomas clínicos incluyen tos, sibilancias, falta de aire, excesiva producción de moco, opresión en el pecho, dolor de pecho, o una sensación de picazón en el pecho (Exercise-Induced Bronchoconstriction and Asthma, p13).

El patrón fisiopatológico del AIE es bastante clásico. Al iniciar el ejercicio se produce broncodilatación debida a la liberación de catecolaminas en sujetos con/sin asma. A continuación en los individuos con AIE aparece broncoconstricción que alcanza su pico máximo entre los 5 y 10 minutos tras cesar el ejercicio. Más adelante se produce una recuperación espontánea de la función pulmonar que retorna a niveles basales a los



30-60 minutos una vez finalizado el esfuerzo. Este AIE aparece más frecuentemente tras períodos de corto ejercicio intenso de entre 4 y 10 minutos aunque hay casos descritos donde se presentó después de actividad física de unos 30 minutos de duración.

Las causas que inducen al AIE se centran en el enfriamiento y sequedad del tracto respiratorio que se produce al pasar grandes volúmenes de aire seco a través de las vías respiratorias durante una sesión de entrenamiento. Asimismo los factores determinantes de la gravedad del cuadro dependerán de:

- ▶ La hiperreactividad bronquial preexistente. Controlarla previamente al ejercicio.
- ▶ La duración del ejercicio. Más frecuente en ejercicios cortos
- ▶ La intensidad del ejercicio. A mayor intensidad, mayor descenso de FEV1.
- ▶ Las condiciones ambientales. El ambiente frío, sequedad del aire y contaminación favorecen la broncoconstricción.
- ▶ El tipo de ejercicio. No es lo mismo una carrera a pie (mayor probabilidad de AIE) que realizar natación (menor probabilidad de AIE)
- ▶ El período transcurrido desde el último ataque de asma. El 40-50% de los sujetos que han padecido un ataque de asma son menos susceptibles de volver a padecerlo en las dos horas siguientes (período refractario).



06

El diagnóstico de AIE se realiza principalmente mediante una prueba de esfuerzo con un protocolo de ejercicio en aumento aunque hay que tener en cuenta que no siempre es posible desencadenar el ataque. Este test de esfuerzo debe de cumplir los siguientes requisitos:

- ▶ Intensidad = 75% FC_{máx} o máxima teórica.
- ▶ Duración: fase de calentamiento progresivo y al menos 8 minutos a la intensidad señalada.
- ▶ Medida de la obstrucción al flujo aéreo, 6-8 minutos después de cesar el ejercicio.
- ▶ Se definirá un cuadro de AIE si se produce:
 - Un descenso del FEV1 de un 15% respecto a la medida de reposo, ó
 - Un descenso en el pico flujo de un 20% respecto al reposo.

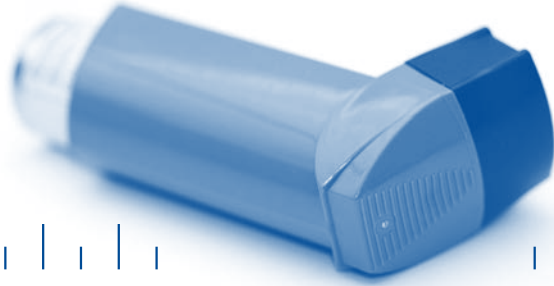


El tratamiento farmacológico de elección para prevenir un ataque agudo asmático es el albuterol pero actualmente dicho tratamiento para el AIE se divide en dos categorías según sujetos con función normal de la vía aérea y aquellos con función alterada. La propuesta más reconocida actualmente es la siguiente:

- ▶ En espirometría normal: calentamiento previo (80% máx.) + dos inhalaciones de salbutamol antes del ejercicio y si es necesario añadir 4 inhalaciones de cromoglicato disódico.
- ▶ En espirometría anormal: tratamiento diario para el asma crónico + tratamiento pre-ejercicio como en pacientes con espirometría normal

Si en ambas situaciones los síntomas persisten, añadir diariamente esteroides inhalados, antagonistas de leucotrienos, teofilina, solos o en combinación y aquí en este punto el diagnóstico debería confirmarse. Si aún así los síntomas persistieran, se añadirían 3-4 inhalaciones de ipratropio (anticolinérgico) antes del ejercicio y en este punto habría que descartar otras posibles patologías.





Cuidados de enfermería y fisioterapia

Desde enfermería y fisioterapia muchas veces se nos plantea la siguiente pregunta por parte de los pacientes, ¿es bueno o aconsejable la realización de deporte o actividad física en un sujeto asmático? La respuesta que damos desde nuestra profesión es un rotundo SI. A pesar de que el ejercicio físico es un desencadenante común de los síntomas del asma y por lo tanto puede llevar a una situación de AIE, es tan importante para las personas que padecen asma el realizar cualquier tipo de actividad física como para cualquier otra que no padezca la enfermedad. Si cualquier persona cuando empieza a hacer actividad física se fatiga, se cansa, tiene sensación de ahogo, etc., en una persona asmática que no ha hecho nunca ejercicio estos síntomas se agravan. La prescripción de ejercicio en el asmático debe buscar una mejora global de las capacidades de resistencia, fuerza y flexibilidad. El trabajo de la resistencia fortalece el corazón y los pulmones, mejorando la circulación y la respiración. El entrenamiento de la fuerza mejora la potencia muscular y fortalece la musculatura respiratoria. La mejora de la flexibilidad permite una mejora en la contracción relajación de la musculatura respiratoria y accesoria. Hay protocolos que pueden incluir varios tipos de ejercicios aeróbico como correr, trotar, ciclismo, levantamiento de pesas, natación, estiramientos y una combinación de estas actividades entre muchas otras opciones (Avallone 2012).

Objetivos y prioridades de los cuidados



- ▶ Eliminar, reducir o minimizar el riesgo de episodios asmáticos.
- ▶ Asistir, cuidar al paciente durante la crisis, mejorando la expansión pulmonar y reduciendo la ansiedad.
- ▶ Potenciar y perseguir la implicación del paciente y de sus familiares en el autocuidado; prevención e identificación de signos de agravamiento; ejecución correcta de técnicas respiratorias y relajación; manejo correcto de inhaladores.



08



Valorar ◀



- ▶ El entorno habitual del paciente asmático.
- ▶ El conocimiento que el paciente posee de alérgenos que le hayan desencadenado la crisis y de los potenciales en hacerlo.
- ▶ El grado de exposición a gérmenes oportunistas.
- ▶ La irritación de la boca y mucosa oral en detección precoz e infección secundaria a los corticoides inhalados.
- ▶ La presencia de infección: color e intensidad del esputo, fiebre, malestar general, etc.
- ▶ La tolerancia al ejercicio físico.
- ▶ Temores y conocimiento del paciente con relación al mismo.
- ▶ Grado de ansiedad que le produce la enfermedad.

Acciones y recomendaciones ◀



- ▶ Escoger de entre las diferentes actividades físicas que menos provocan AIE:
 - Actividad física intermitente o deportes de equipo (exceptuando fútbol y baloncesto).
 - Natación.
 - Actividad física en calor y ambiente de humedad.
 - Actividad física realizada en etapas con baja polinización.
 - Actividad física con ambiente poco contaminado.



- ▶ Intentar evitar las que lo desencadenan con mayor frecuencia:
 - Actividad física continua e intensa (carrera).
 - Actividad física en ambiente frío.
 - Actividad física en ambiente contaminado (outdoor o indoor).
 - Actividad física realizada con alta polinización en alérgicos. Se puede sustituir por ejercicio en gimnasio.
 - Actividad física realizada cuando se padecen infecciones respiratorias.
- ▶ Realizar siempre un calentamiento previo al ejercicio, de aproximadamente 15 minutos de duración y reproduzca tanto las condiciones ambientales como el gesto deportivo que se vaya a realizar. Evitar que sea muy intenso y prolongado mientras no se haya alcanzado una forma física adecuada. Esto servirá para disminuir el riesgo de broncoespasmo.
- ▶ Tomar la medicación previa, durante y postejercicio en los casos en los que fuera necesario siguiendo la pauta e indicación médica.



- ▶ Enseñanza y manejo adecuado del uso de inhaladores.
- ▶ Control de los factores de riesgo.
- ▶ Adecuación del aire inspirado.
- ▶ Asegurar una adecuada hidratación.
- ▶ Pérdida de peso si obesidad.
- ▶ Seguimiento de un programa de ejercicio individualizado.

- ▶ Realizar el entrenamiento de manera regular y planificada para conseguir una mejor forma física y saber así distinguir entre AIE y fatiga postesfuerzo.
- ▶ Si fuera necesario ejercitarse en ambientes fríos y secos, usar bufanda y mascarilla.
- ▶ Respirar a través de la nariz y no de la boca, lo que favorece el calentamiento y humidificación del aire.
- ▶ Ejercicios de enfriamiento una vez finalizado el ejercicio.
- ▶ Realizar descansos cortos en ejercicios de larga duración y aprovechar para tomar la medicación de rescate si fuera necesario.
- ▶ No empezar a realizar ejercicio mientras esté presente sintomatología de AIE.



10

Fisioterapia



A través de la fisioterapia buscaremos por un lado liberar los tejidos respiratorios mediante técnicas de fisioterapia y por otro lado la rehabilitación funcional respiratoria.

■ **Liberación de tejidos.** El terapeuta trabajará principalmente la flexibilidad de la columna dorsal, cervical, costillas y cintura escapular mediante técnicas especialmente manuales y de osteopatía. Si las articulaciones que participan en la respiración están libres y flexibles la capacidad del sujeto de enfrentarse a las agudizaciones del asma será mayor.

El trabajo del diafragma es esencial, ya que es el principal músculo respiratorio, mediante técnicas pasivas el fisioterapeuta buscará su relajación insistiendo tanto en el momento inspiratorio como espiratorio. Se instruirá al paciente en cómo usar el diafragma para permitir la relajación de los músculos intercostales y accesorios de la respiración, los cuales están en sobreuso durante las crisis asmáticas. Otro abordaje imperativo es la mejora del tono y flexibilidad de los músculos intercostales y accesorios de la respiración como esternocleidomastoideo y escalenos.

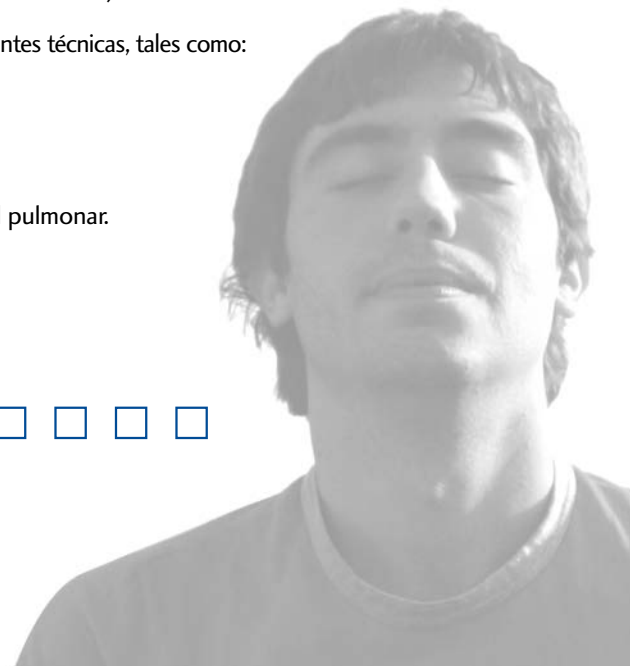
Este trabajo fisioterapéutico además de mejorar la flexibilidad y elasticidad de los tejidos facilitando un mayor control y efectividad en el manejo del asma, permite la prevención de otras complicaciones como cervicalgias, cefaleas, patología de hombro, cervicobraquialgias.

■ **Fisioterapia respiratoria.** La educación del paciente en la respiración, enseñándole a respirar de forma adecuada, tanto costal como diafragmática, para que el paciente lo lleve a cabo en su domicilio de forma habitual es una de las prioridades. Los ejercicios respiratorios se han utilizado rutinariamente por fisioterapeutas y otros profesionales para controlar los síntomas de hiperventilación asmáticos (Bruton 2005) y se pueden realizar como el método Papworth, la técnica respiratoria de Buteyko, el yoga o cualquier otra intervención similar que manipula el patrón respiratorio (Ram 2003).

Además de esto se llevarán a cabo diferentes técnicas, tales como:

- ▶ Técnicas de desobstrucción bronquial.
- ▶ Técnicas de reeducación ventilatoria.
- ▶ Técnicas de aumento de la distensibilidad pulmonar.
- ▶ Empleo de ayudas instrumentales.
- ▶ Vibraciones manuales espiratorias.
- ▶ Técnicas de relajación.

▶ Técnicas de control respiratorio.





■ **Fisioterapia acuática.** Un programa de actividad física es importante para mejorar la calidad de vida en pacientes con asma (Lucas 2005; Pedersen 2006). El ejercicio acuático es una buena opción de tratamiento; estos ejercicios incrementan la fuerza muscular, la salud cardiovascular y flexibilidad, y mejoran la composición corporal (reduciendo grasa corporal e incrementando masa muscular) (Ambrosini 2010; Avelar 1999; Corbin 2011; Malkia 1998). Los ejercicios acuáticos más comunes descritos en la literatura son natación, gimnasia acuática e hidroterapia (Denning 2012; Hildenbrand 2010).

El ambiente acuático tiene propiedades particulares como la humedad, temperatura del agua y el aire libre de polen. Estas características nos han mostrado beneficios extra in gente con asma, facilitando el intercambio gaseoso (Barbosa 2011; Hildebrand 2010). Los ejercicios acuáticos por lo tanto se han usado ampliamente ya que mejoran la respiración e incrementan la capacidad pulmonar (Arandelovic 2007). Además, durante los ejercicios acuáticos, el aire que se inhala es humidificado, atenuando los riesgos asmáticos (O'Byrne 2012; Randolph 2009).

Como **conclusión** dejamos claro que un sujeto que padece asma y que lleva un tratamiento adecuado de la enfermedad, no tiene ningún tipo de limitación en la práctica de deporte o actividad física. Es más, la practica de ejercicio a largo plazo se ha visto que mejora la capacidad adaptativa del sujeto a la respuesta inflamatoria en el asma, pudiendo llegarse a beneficiar y tolerar cualquier tipo de entrenamiento alcanzando si se lo propone el más alto nivel de rendimiento deportivo.



12

EFECTOS DEL CALOR AMBIENTAL EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD

- ▶ Introducción
- ▶ Estrategias de enfriamiento de la temperatura corporal
- ▶ Estrategias utilizadas en el deporte
- ▶ Aclimatación al calor
- ▶ Resumen final

▶ Introducción

Juan Andrés Jiménez Luna ⁽¹⁾
Nicolás Terrados Cepeda ⁽²⁾

CENTRO OLÍMPICO DE ESTUDIOS SUPERIORES,
COE, MADRID ⁽¹⁾

UNIDAD REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS-FUNDACIÓN DEPORTIVA
MUNICIPAL DE AVILÉS., ASTURIAS ⁽²⁾



CUANDO SE REALIZA EJERCICIO DE ALTA INTENSIDAD EN SITUACIONES DE CALOR AMBIENTAL, DISMINUYE EL RENDIMIENTO, REFLEJÁNDOSE ESTO, EN UNA REDUCCIÓN DEL RITMO DE TRABAJO A LO LARGO DEL EJERCICIO, DEMOSTRANDO DE ESTA MANERA LOS EFECTOS NEGATIVOS QUE EL CALOR EJERCE SOBRE LOS EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD (ALTAREKI, N.; DRUST, B.; ATKINSON, G., 2008).

Han sido muchos los investigadores que han estudiado los efectos que provocan las temperaturas altas en el rendimiento deportivo y las consecuencias que estas condiciones ambientales tienen. En pruebas de larga duración en ambientes cálidos, el rendimiento será mucho menor si son precedidas por un ejercicio que provoque una sudoración profusa y un aumento exagerado de la temperatura corporal (González-Alonso, J. & Terrados, N., 2011). En condiciones altas de calor, algunos deportistas pueden notar sensación de debilidad (por el menor flujo de sangre a los músculos y por una caída de la presión arterial) e incluso pueden notar “visión en túnel” (Terrados, N., 2011).

Otro de los factores más importantes que afectan a la práctica deportiva bajo estas condiciones atmosféricas comentadas anteriormente, es la deshidratación.





13

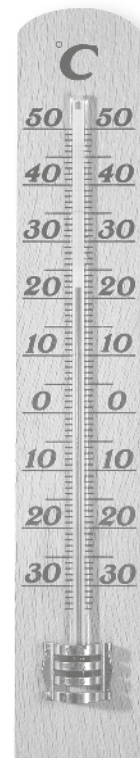
El ejercicio físico en un tiempo prolongado en calor sin el adecuado líquido ingerido, puede provocar una deshidratación (Sawka & o., 2007) y un estrés oxidativo (Paik & o., 2009) con efectos perjudiciales para el ejercicio (Hillman, A. & o., 2011). De este modo se ha comprobado que el consumo de oxígeno y el rendimiento físico disminuye considerablemente cuando se empieza a ejecutar un ejercicio intenso en condiciones de estrés térmico o deshidratación en comparación con las condiciones normales (Nybo y col., 2001). Siendo un factor muy importante para mejorar el rendimiento en ambientes cálidos tener una buena hidratación. Los niveles de deshidratación de un 4%, limitan la capacidad aeróbica (González-Alonso, J., 1998; Calbet, J.A., 2003). En el ejercicio prolongado realizado en condiciones de calor ambiental, los deportistas incurren en niveles de deshidratación bastante acusados debido principalmente a las grandes pérdidas de líquido a través del sudor (1-2 l/h) (Gonzalez-Alonso, J., & Terrados, N., 2011). La hipohidratación degrada el rendimiento aeróbico en mayor medida con el aumento del estrés por calor, esto produce un aumento de la temperatura de la piel y una reducción del flujo sanguíneo (Kenefick, R., & o., 2010).

Debemos tener muy presente, en ejercicios en ambientes cálidos, la temperatura corporal de los deportistas. En sujetos entrenados durante la competición la temperatura máxima registrada ha sido de 41 °C (Pugh & o., 2002; Ely & o., 2009). En un estudio realizado por Maughan, R., la temperatura rectal media después de la prueba de maratón fue de 38,7+/- 0,9°C, durante la prueba la temperatura atmosférica osciló entre 7-12 °C y con un 74% de humedad relativa, siendo el rango de temperatura rectal entre 38,1-39,9 °C (Maughan, R., 1985). La temperatura rectal más elevada registrada en una maratón fue de 41,3 °C (Costill, 1973).

La temperatura ambiental influye directamente sobre el rendimiento en muchos deportes, dependiendo de la temperatura ambiente y de la humedad (Nybo, L., 2010).

En la gran mayoría de estudios se han investigado las consecuencias de las estrategias de enfriamiento después del ejercicio como medida para acelerar la recuperación del sujeto y también se utilizan estas estrategias después del calentamiento para disminuir la temperatura corporal previamente al ejercicio de alta intensidad.

Un pre-enfriamiento corporal aumenta el "deposito térmico", y mejora el rendimiento (Marino, 2002, Nielsen, 1994). Como en este otro estudio el cual dice, las estrategias de enfriamiento combinadas como la inmersión en agua fría y las chaquetas de frío producen una reducción en la temperatura rectal, beneficiando las técnicas de enfriamiento para el entrenamiento en calor, mejorando los resultados durante ejercicios de una alta intensidad (Quod, M., Martin, D., Laursen, P., 2008) o esta otra referencia en la cual se demostró los beneficios en el rendimiento del ciclista si enfriamos las manos, mejorando los resultados de las pruebas de esfuerzo realizadas en temperaturas elevadas al disminuir la temperatura corporal inicial (Hagobian, T., 2005).

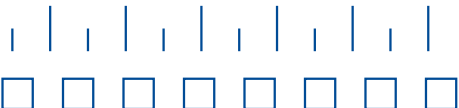




El excesivo aumento de la temperatura corporal en la realización de ejercicios muy intensos, provoca un aumento del grado de deshidratación de los sujetos. El deterioro de estos sistemas fisiológicos debido a la deshidratación puede a su vez causar el adelanto de la fatiga durante el ejercicio prolongado en el calor (González-Alonso, J., 1998). Además se ha demostrado que la reposición de fluidos durante el ejercicio prolongado atenúa o evita el incremento de la frecuencia cardíaca y de la temperatura corporal, así como la caída del volumen sistólico y del gasto cardíaco, que se observan cuando no se ingieren líquidos durante el ejercicio (González-Alonso, J., 1998). Este aumento de la temperatura corporal provoca una aparición precoz de la fatiga durante la realización de los ejercicios. Los esfuerzos combinados de ejercicio y ambientes en condiciones calurosas, pueden imponer exigencias importantes sobre el sistema cardiopulmonar humano y el sistema de termorregulación, siendo muy importante realizar una adecuada hidratación durante el ejercicio, para mantener de este modo la función reguladora (Hargreaves & o., 1996; Armstrong & o., 2007) y el rendimiento deportivo (Fallowfield & o., 1996; Chevront & o., 2003).

Los niveles de deshidratación de un 4%, limita la capacidad aeróbica. (Gonzalez-Alonso, J.,1998; Calbet, J.A., 2003). En cambio, la ingesta de sodio y agua antes del ejercicio ayudan mejorar la función cardiovascular, mejorando la capacidad de entrenamiento de resistencia en condiciones de calor. Por lo tanto un deportista deshidratado disminuye el rendimiento, además aumenta la temperatura corporal y el riesgo de lesión. Mientras que un deportista hidratado consigue tener un mejor rendimiento, disminuyendo el aumento de temperatura corporal y el riesgo de lesión. Beneficiando la ingesta de líquidos durante la práctica deportiva, para el buen desarrollo del ejercicio, ayudando a mejorar los resultados el evitar la deshidratación, siendo muy beneficioso la ingesta de líquidos con electrolitos.

El flujo sanguíneo en el músculo esquelético activo se reduce significativamente con la deshidratación durante un ejercicio prolongado en el calor (González-Alonso, J., Calbet, J.A., o., 1998), en cambio esta disminución del flujo sanguíneo no deterioran

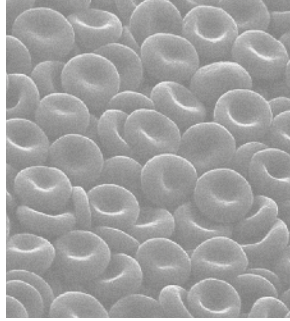


la entrega de glucosa o el cambio de lactato producido al ejercitar un músculo en un tiempo prolongado (Gonzalez-Alonso, J.; Calbet, J.A.; Nielsen, B. 1999). No obstante, la alta temperatura producida en los músculos podría inducir alteraciones estructurales y funcionales en las proteínas implicadas, como: 1) los electrolitos se distribuyen a través del sarcolema, 2) liberación y re-captación de calcio por el retículo sarcoplásmico, 3) interacciones actina-miosina, y 4) la respiración mitocondrial, todos estos factores podrían potencialmente contribuir a la aparición de la fatiga, la cual suele aparecer con una temperatura que suele oscilar entre 38-40 °C. (Gonzalez-Alonso, J., y col., 1999).

La regulación de la temperatura del organismo, está controlada por el Hipotálamo, que actúa como “sensor térmico”, que recibe y mide la información sobre la temperatura en diferentes puntos del cuerpo, integrando posteriormente toda esa información y actuando por último como controlador de los diferentes mecanismos que pone en marcha. Siendo las principales funciones del hipotálamo las siguientes:

- ▶ Sensor térmico. En diferentes partes del cuerpo humano, hay receptores termo sensibles que miden los cambios en temperatura (piel, venas profundas musculares, etc...).
- ▶ Integrador. El hipotálamo tiene predeterminado una temperatura y compara las informaciones que recibe con esa temperatura. Si la temperatura es elevada activará mecanismos para perder calor, en cambio si esta es baja activará mecanismos para producir o conservar el calor.
- ▶ Además para resolver el problema expuesto anteriormente, sobre la gran cantidad de calor producido por el organismo en la realización de actividades deportivas, debemos conocer y tener en cuenta los distintos mecanismos fisiológicos que existen en nuestro organismo para la disipación de calor, entre los que destacamos los siguientes:
 - ▶ Vaso-dilatación, consiste en la apertura de la luz de determinados vasos sanguíneos con lo que aumentará el flujo de sangre esa zona. El organismo dirige la sangre caliente desde el centro del cuerpo a la superficie y el calor puede disiparse de un grupo de órganos a otros o incluso eliminarse del cuerpo. Los órganos vitales tienen que mantener unas temperaturas muy estables. Sirviendo este mecanismo para proteger el organismo de temperaturas elevadas y bajas.
 - ▶ Sudoración. Cuando la temperatura ambiente es mayor que la temperatura de la piel, el gradiente normal de temperatura se invierte y se gana calor por el cuerpo, entonces el único medio de disipar el calor es la sudoración, siempre que el sudor se evapore (ya que en la evaporación del sudor se absorbe el calor de la piel). No obstante cuando la humedad relativa es muy alta o el flujo de aire muy bajo, la evaporación estará limitada.





El ser humano bajo temperaturas elevadas tiene dificultad para poder aportar un adecuado flujo de sangre al músculo en ejercicio y a la vez llevar mucha sangre a la periferia, depende de la capacidad del organismo de mantener un volumen plasmático elevado a nivel central. Debido a la disminución del volumen plasmático por la pérdida de agua en el sudor y la disminución de la presión arterial. Pudiendo decir de este modo que el calor excesivo durante el ejercicio continuado, reduce la efectividad del sistema circulatorio, limitando la capacidad del corazón de aportar oxígeno y sustratos al músculo. El ejercicio en un estado de deshidratación produce una elevación más rápida de la temperatura con la consiguiente aparición de la fatiga cuando la temperatura corporal alcanza un valor crítico, el cual se sitúa en la mayoría de los deportistas alrededor de 40 °C (González-Alonso, J., & Coyle, 1998; González-Alonso, J., & o., 1999).

La fatiga durante el ejercicio en ambiente caluroso se desencadena al alcanzar una temperatura determinada y que es independiente de la temperatura inicial (Gonzalez-Alonso, J., & col., 1999).

A partir del conocimiento de los posibles problemas producidos por las altas temperaturas durante ejercicio, comentados anteriormente, se buscaron diferentes estrategias que permitieran una prolongación de la duración del ejercicio o incluso un aumento de la intensidad del ejercicio en el mismo tiempo de ejecución.

Estrategias de enfriamiento de la temperatura corporal

En la actualidad existe un gran número de estrategias de enfriamiento corporal: inmersiones en agua fría, in-gesta de granizados, aplicación de geles de frío, toallas heladas, chaquetas de frío, etc... estando cada día más presentes en el deporte de alto rendimiento. El enfriamiento de la piel antes del inicio del ejercicio aeróbico, produce efectos beneficiosos sobre el rendimiento. (Kay, & o. 1999; Ross, & o., 2011). La eficacia de las técnicas de pre-enfriamiento utilizadas pueden tener éxito o fracaso dependiendo de su método de aplicación y de las características del deporte.

Las estrategias de pre-enfriamiento prácticas ofrecen, a los atletas que compiten en condiciones ambientales cálidas, beneficios para la prevención de problemas para la salud, una reducción de la tensión térmica percibida y mejoras en el rendimiento físico. No obstante, muchas de estas estrategias necesitan de una gran preparación logística, precisando de un gran trabajo, siendo esto el principal problema para la aplicación de estos mecanismos. Siendo evidente que se requiere de un mayor desarrollo de los protocolos de pre-enfriamiento, para que sean más prácticos y fáciles de utilizar.

Una estrategia es la ingesta de sodio y agua antes del ejercicio (Hamouti, N., Fernandez-Elias, V., Mora, R., 2012) ayudando de este modo a mantener hidratado al deportista. Los deportistas en estado de deshidratación disminuyen el rendimiento, además tienen una mayor temperatura corporal y un mayor riesgo de lesión. Mientras que un deportista hidratado consigue tener un mejor rendimiento, disminuyendo el aumento de temperatura corporal y el riesgo de lesión, beneficiando la ingesta de líquidos para el buen desarrollo del



ejercicio, ayudando a mejorar los resultados, siendo lo mejor para evitar la deshidratación la ingesta de líquidos con electrolitos (Armstrong, L., Maresh, L., Gabaree, C., 1997). Otra estrategia es la inmersión en agua fría, que ayuda a bajar la temperatura corporal y acelerar la recuperación después del ejercicio (Peiffer, J., Abbiss, C., 2010). Otra estrategia de enfriamiento corporal, es el consumo de hielo triturado durante ejercicios de alta intensidad el cual, mejora el rendimiento con temperaturas extremas (Stevens, 2013).

Pero una de las más utilizadas es la chaqueta de frío, herramienta muy útil en situaciones en las que la temperatura exterior es elevada, ayudando este chaleco de frío a eliminar la gran cantidad de calor producida bajo temperaturas muy cálidas. En un estudio realizado por Hasewaga, H. & otros en el año 2005, en el cual los sujetos vistieron durante la realización de un ejercicio de alta intensidad un chaleco de frío, se produjo una bajada de la temperatura de la piel, una disminución de la pérdida de sudor y una reducción de la tensión cardiovascular durante la realización de dicho ejercicio en ambientes cálidos. Además en este estudio sobre la combinación del uso de la chaqueta de frío con la ingesta de agua, durante la realización

Estrategia utilizadas en el deporte

Las primeras estrategias de pre-enfriamiento fueron empleadas por los atletas olímpicos australianos durante los Juegos Olímpicos de Barcelona 1992, los cuales se desarrollaron bajo unas temperaturas muy cálidas. En ellos se utilizó hielo para enfriar la piel (DT Martin, fisiólogo del ejercicio, del equipo de ciclismo olímpico australiano, observaciones no publicadas). En un estudio relacionado, Myler y col. 1989, aplicó durante 5 minutos hielo envuelto en toallas húmedas, para enfriar la piel, inmediatamente antes de una prueba de remo olímpico. Esta disminución de la temperatura de la piel, se transformó en un aumento de la distancia recorrida por los remeros. Como resultado de esta investigación de Myler, fue desarrollado por el Instituto Australiano del Deporte (AIS) un chaleco de refrigeración (Neptune Wetsuits Australia, West Smithfield, Australia) para los atletas olímpicos australianos que compitieron bajo las temperaturas elevadas y húmedas que se produjeron durante los Juegos Olímpicos de Atlanta 1996 (Martin, DM., 1998).

En el período previo a los Juegos Olímpicos de Atenas (2004), una nueva estrategia de pre-enfriamiento fue desarrollada, esta estrategia combina 30 minutos de la inmersión de todo el cuerpo en el agua, que se enfría progresivamente de ~ 29 a 24 °C, cambiando seguidamente a el uso de un chaleco de frío el cual tiene una longitud hasta la cintura con mangas largas y capucha (Universidad RMIT, Melbourne). En comparación con un ensayo de control, el tratamiento pre-enfriamiento combinado reduce la temperatura central entorno a 0,7 °C, manteniendo el chaleco de frío durante el calentamiento y durante los primeros 25 minutos, de una prueba de rendimiento realizada sobre una bicicleta durante 40 minutos, produciéndose una mejora en el rendimiento de ~ 42 s. (-1,8 %). Sin embargo, las cuestiones logísticas encontradas en los Juegos Olímpicos de Atenas provocaron cambiar la aplicación de las estrategias practicadas.

En otro estudio llevado a cabo recientemente, se ha demostrado la utilidad de la ingestión de granizados fríos durante una carrera de resistencia en un entorno cálido, ingiriendo los sujetos 7,5 g·kg⁻¹ de una bebida energética con electrolitos, la cual se sirve muy fría (-1 °C) o como una bebida fría (4 °C) inmediatamente antes de la realización de



una carrera en alta intensidad en un tapiz rodante. La bebida de granizado se asoció con una reducción de la Temperatura (T) rectal y un aumento del tiempo de carrera hasta el agotamiento (50,2 \pm 8,5 min. frente a 40,7 \pm 7,2 min., P = 0,001).

Las estrategias de pre-enfriamiento que combinan técnicas de refrigeración internas y externas, son eficaces en la reducción de la temperatura corporal antes del ejercicio, traduciéndose en una mejora de rendimiento en calor. La ingestión de un granizado y la aplicación simultánea de toallas con hielo representa un enfoque práctico y eficaz para el pre-enfriamiento corporal, destacando en esta estrategia de pre-enfriamiento, la mejora producida en el rendimiento de un protocolo de laboratorio, simulando la prueba de contrarreloj en ciclismo de los Juegos Olímpicos de Beijing en condiciones de calor y humedad.

En los Juegos Olímpicos de verano de Londres en 2012 se produjo un mayor refinamiento de las estrategias de pre-enfriamiento. Aunque Londres no fueron unos Juegos Olímpicos con unas temperaturas extremadamente cálidas, se aplicaron estas estrategias en deportes de gran acúmulo de temperatura interna.

Así pues, podemos dividir las estrategias de pre-enfriamiento corporal en tres tipos: externas, internas y combinadas. Siendo cada una de ellas muy importantes.

► **Pre-enfriamiento externo**, se define como la aplicación de un medio frío o material a la superficie del cuerpo y puede incluir la exposición al aire frío, inmersiones en agua fría, o prendas de vestir en frío de hielo. Estas estrategias son los métodos más utilizados de pre-enfriamiento observadas en la literatura. Su éxito se basa en los principios de transferencia de calor de conducción, convección, evaporación y radiación para compensar temporalmente el equilibrio térmico del cuerpo (Ross, M., 2012).

► **Pre-enfriamiento interno**, se define como la introducción de un medio frío en el cuerpo a través de la boca o la nariz, en el caso de la respiración, y puede incluir la inhalación de aire frío y la ingestión de líquidos fríos o hielo. La inhalación de aire frío no es muy utilizada como una estrategia de pre-enfriamiento para aumentar el rendimiento deportivo, sin embargo, es muy utilizada debido a su simplicidad práctica y logística. La ingestión de líquidos fríos y el hielo ha ganado una considerable atención recientemente como un método para mejorar el rendimiento deportivo. Bebidas frías ingeridas en el estómago hacen reducir el calor del cuerpo fácilmente, además de los beneficios de la ingesta de bebidas frías proporciona una refrigeración corporal, la cual podemos realizar a través de la ingesta de nutrientes al organismo (carbohidratos y electrolitos) y promover ventajas sensoriales, mientras que se mantiene la integridad del sistema cardiovascular para apoyar el desempeño atlético (Ross, M., 2012).

► La combinación de dos o más métodos prácticos, pueden proporcionar efectos mutuamente potenciadores de rendimiento. Las primeras investigaciones en esta área demuestra mejoras adicionales en la capacidad de los deportistas no aclimatados al calor y sujetos no entrenados cuando se combinan los efectos, de llevar un chaleco de hielo y beber una bebida fría de ~ 15 °C (Ross, M., & o., 2012). Siendo estas estrategias de enfriamiento combinadas muy ha tener en cuenta en futuras investigaciones.



En resumen, la aplicación de las estrategias de pre-enfriamiento ofrecen a los deportistas que compiten en condiciones ambientales cálidas, una gran cantidad de beneficios, pudiendo destacar: evitar lesiones o problemas graves de salud, la reducción de la tensión térmica percibida y mejoras en el rendimiento deportivo. Con todos estos mecanismos comentados anteriormente, aparte de querer mejorar el rendimiento de los deportistas, queremos intentar que los deportistas no sufran los problemas de salud causados directamente por las temperaturas extremas, siendo los más comunes: los calambres, lipotimias, deplección acuosa, deplección salina y golpe de calor.

Aclimatación al calor

Otro concepto que debemos conocer es la aclimatación de los deportistas a temperaturas elevadas, ya que esta afecta directamente al rendimiento. En la aclimatación influye una serie de adaptaciones entre la que podemos destacar: disminución en la frecuencia cardíaca en ejercicio, en la temperatura rectal, en la percepción de fatiga y un aumento en el volumen plasmático y en la cantidad de sudoración (Terrados, N., 2011). Los deportistas con niveles de consumo máximos de oxígeno altos, se aclimatan mejor y más rápido que los que tienen VO₂ max. menores (Terrados, N., 2011).

Una aclimatación al calor completa, llegar a requerir hasta 14 días, pero los sistemas del cuerpo se adaptan a la exposición al calor a velocidades variadas, dependiendo de las características de cada persona. Las adaptaciones tempranas (1-5 días iniciales) involucran un control incrementado de la función cardiovascular, incluyendo un volumen plasmático expandido, una frecuencia cardíaca reducida, y una adaptación del Sistema Nervioso Autónomo, el cual redirige el gasto cardíaco a los capilares de la piel y a los músculos activos. La expansión del volumen plasmático como resultado de un incremento de las proteínas plasmáticas y una retención incrementada de NaCl, varía de +3 a +27 %, y es acompañada por una disminución de un 15-25% en la frecuencia cardíaca. Esta reducción del esfuerzo cardiovascular reduce el agotamiento percibido, el cual es proporcional al estrés cardiorrespiratorio central, y el cual también disminuye durante el ejercicio.

La regulación de la temperatura corporal durante el ejercicio en el calor es crítica. Las adaptaciones termorreguladoras están asociadas a ajustes cardiovasculares, los cuales hacen que se produzca una disminución de la temperatura corporal central. Esta respuesta es maximizada luego de 5 a 8 días de aclimatación al calor. Sin embargo, las adaptaciones de las glándulas sudoríparas son diferentes durante exposiciones al calor húmedo y seco. La aclimatación al calor húmedo estimula una mayor velocidad de transpiración que la aclimatación en un ambiente de calor seco. Si la velocidad o tasa de transpiración por hora es baja, puede no ocurrir una adaptación periférica de la tasa de transpiración de todo el cuerpo.

La conservación del cloruro de sodio (NaCl) también ocurre durante la aclimatación al calor. Las pérdidas de NaCl en el sudor y la orina disminuyen durante los días 3-9 de la aclimatación. Las pérdidas de NaCl en el sudor y la orina se incrementan hasta los niveles de pre-aclimatación, una vez que se modera el esfuerzo fisiológico (i.e., cardiovascular, térmico). (Francesconi, & col., 1993) demostraron que las pérdidas de NaCl estaban relacionadas a las concentraciones plasmáticas de renina (PR) y aldosterona (A).



20

Cuando existe una deshidratación o déficit de sales, las respuestas cardiovasculares y reguladoras pueden ser negativamente afectadas, y el riesgo teórico de golpe de calor puede incrementarse. Una monitorización diaria del peso corporal va a permitir a los deportistas reconocer un déficit de agua, lo cual requiere el consumo de fluidos (pérdidas de un 2 a 3 % del peso corporal), reducción de la duración/intensidad del entrenamiento (pérdidas de un 4 a 6 %), o la consulta a un médico especializado (en pérdidas mayores al 7 %).

La concentración plasmática de cortisol indica generalmente el esfuerzo experimentado por el cuerpo. Los seres humanos bien hidratados y aclimatados al calor no exhiben cambios en el cortisol plasmático cuando se ejercitan en un ambiente caluroso. Bajo las mismas condiciones, la falta de una aclimatación al calor y la deshidratación pueden resultar en grandes incrementos del cortisol plasmático. Cuando el ejercicio es intenso y la temperatura central del cuerpo aumenta marcadamente, la concentración plasmática de cortisol se incrementa durante los días iniciales de aclimatación al calor, pero vuelve a los niveles de control después de 8 días de aclimatación, reflejando una reducción en el esfuerzo de todo el cuerpo.

Algunos de los problemas más frecuentes que nos podemos encontrar debido al calor excesivo en la práctica deportiva son: calambres, lipotimia por calor, deplección acuosa, deplección salina y golpe de calor. Todos estos problemas que ocurren en calor tienen varias causas comunes, como son: inadecuada ingesta de líquidos o sales y una mala aclimatación. Siendo necesario como medidas preventivas realizar una correcta aclimatación y tener una ingesta adecuada de líquidos con electrolitos.

Resumen final



En los últimos tiempos han surgido una serie de estrategias para combatir los efectos debilitantes de la fatiga por hipertermia y los problemas de salud causados directamente por las temperaturas extremas, siendo los más comunes: los calambres, lipotimias, deplección acuosa, deplección salina y el golpe de calor. Las estrategias de refrigeración pre-competición se han convertido en una forma popular, legal y eficaz para reducir la temperatura corporal inmediatamente antes del ejercicio (Quod, & o., 2006 y Marino 2003).

El uso de las chaquetas de frío ayuda a mejorar los resultados de los deportistas en una carrera con temperaturas elevadas, ayudando el pre-enfriamiento ha mejorar el rendimiento en calor (Megan, L., 2012).

En la actualidad hay abiertas distintas líneas de investigación, como la combinación de estrategias de enfriamiento internas (bebidas frías) y externas (chalecos fríos), previas a la competición.



LOS MONITORES DEPORTIVOS DE LA FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL DE AVILÉS ANTE LA PARADA CARDIACA

21

Antecedentes ◀

Objetivo ◀

Material y método ◀

Resultados ◀

Discusión ◀

▶ Antecedentes



LA ENFERMEDAD CORONARIA ES LA PRIMERA CAUSA DE MUERTE EN EL MUNDO. LA MUERTE SÚBITA SUPONE MÁS DEL 60% DE LAS MUERTES GLOBALES POR ENFERMEDAD CORONARIA.

La parada cardiorrespiratoria es una interrupción brusca, inesperada y potencialmente reversible de la respiración y la circulación espontánea. En Europa hay una incidencia de parada cardíaca de 0'4-0'9/1000/año. La muerte súbita de origen cardíaco afecta en Europa a 350000 aproximadamente individuos por año. En España se producen alrededor de 24000 paradas cardíacas súbitas al año, produciéndose una parada cardíaca extrahospitalaria cada 20 minutos. Perales Rodríguez de Viguri *et al* sentencian que la respuesta a la parada cardíaca extrahospitalaria debe ser una prioridad para todos los sistemas sanitarios.

Se conoce como resucitación cardiopulmonar (RCP) a la realización de compresiones torácicas de gran calidad y respiraciones de rescate. La RCP se realiza según las



*Coral Castro Cuervo,
Tatiana Cuartas Álvarez,
Rafael Castro Delgado,
Pedro Arcos González.*

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN
EMERGENCIAS Y DESASTRES
DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO



recomendaciones derivadas del International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). En Europa, estas recomendaciones las emite el European Resuscitation Council (ERC) y en España, se encarga el Plan Nacional de RCP.

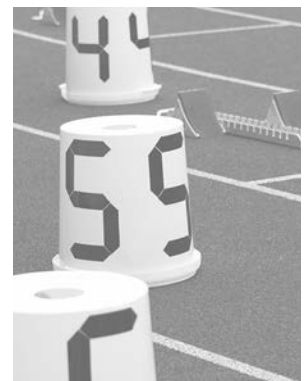
Se ha demostrado que las personas que han recibido una formación específica sobre RCP y uso del DEA, aplican con mayor frecuencia estas técnicas ante una parada cardíaca. Se entiende por DEA el producto sanitario destinado a analizar el ritmo cardíaco, identificar las arritmias mortales tributarias de desfibrilación y administrar una descarga eléctrica con la finalidad de restablecer el ritmo cardíaco viable con altos niveles de seguridad.

Las cifras relacionadas con la supervivencia sin déficit neurológico tras parada cardíaca son alarmantes (3-8%), por tanto, la desfibrilación es un eslabón clave en la cadena de supervivencia. Su uso se remonta a la incorporación en el 2000, en las recomendaciones del ILCOR del uso del mismo.

Las personas que practican actividad deportiva intensa presenta una incidencia mayor de muerte súbita que las no deportistas (1,6 muertes por 100000 frente a los 0,75 por 100000 de los no deportistas). En la Encuesta sobre hábitos deportivos en España de 2010 un 30% de los encuestados dedica su tiempo libre a realizar deporte. En cuanto a Asturias, un 35% de los encuestados asturianos practican deporte. Practican más deporte los varones (49%), que las mujeres (31%). La actividad físico – deportiva más practicada en España en 2010 es la gimnasia y las actividades físicas guiadas.

Según el Censo Nacional de Instalaciones Deportivas de 2005, en España hay 79059 instalaciones deportivas y 176201 espacios deportivos, siendo predominantes las del sector público (65'5%). En Asturias, se cuenta con 1896 instalaciones deportivas, 3930 espacios deportivos y 2871 espacios complementarios. Las instalaciones deportivas públicas son las más utilizadas (52%) en Asturias. La media de instalaciones deportivas de los municipios asturianos es de 24'30 instalaciones /municipio.

En estas instalaciones deportivas de diversa naturaleza desarrolla su actividad profesional el colectivo de los monitores deportivos. Un colectivo que actúa como primer interviniente en el caso de encontrarse con una emergencia sanitaria dentro de su ámbito de competencias. La figura del primer interviniente aparece en la pasada década en Estados Unidos, como un eslabón más de la cadena asistencial en situaciones de emergencia, autorizándoles para el uso del DEA. Los primeros intervinientes pueden asumir los tres primeros eslabones de la cadena de supervivencia: petición de ayuda, reanimación cardiopulmonar básica precoz y desfibrilación precoz.



Tanto el Consejo Europeo de Reanimación (ERC) como la Asociación Americana del Corazón (AHA) recomiendan la enseñanza del manejo del DEA dentro de los procedimientos de Soporte Vital Básico para los primeros intervinientes.

En el Boletín Oficial del Principado de Asturias correspondiente al Decreto 140/2009 se recoge que en las piscinas con más de 1000 usuarios deben disponer de DEA, accesible y próximo a las instalaciones. El personal no médico, que tenga entre sus funciones la utilización del DEA, debe disponer de formación suficiente de acuerdo a las disposiciones establecidas en el Decreto 24/2006 de 15 de marzo.

El empleo vinculado al deporte ascendió en España en 2012 a 163400 personas, lo que supone un 0'9% del empleo total. El empleo vinculado al deporte se caracteriza por una formación académica superior a la media, presentando tasas superiores de educación secundaria o superior a la observada en el conjunto nacional. El número de empresas cuya actividad económica principal es deportiva, ascendió a 18342 a principios de 2012, suponiendo el 0'6% del total de empresas. Casi la totalidad de estas empresas (99%) se corresponden con actividades deportivas como gestión de instalaciones, las actividades de clubes deportivos o gimnasios.

Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es evaluar el nivel de conocimientos en soporte vital básico y uso del desfibrilador externo automático de los monitores deportivos de la Fundación Deportiva municipal de Avilés. Como objetivos secundarios se plantean:

- ▶ Conocer el nivel formativo en SVB y DEA
- ▶ Evaluar sus conocimientos en las distintas áreas de actuación ante la parada cardiaca

Material y Método

Se trata de un estudio observacional descriptivo, donde se ha realizado un cuestionario autoadministrado de respuesta cerrada sobre reanimación cardiopulmonar básica y DEA, durante mayo de 2014 en Avilés, siendo la población de estudio todos los monitores deportivos que trabajan en la Fundación Deportiva Municipal.

Asturias cuenta con 1068165 habitantes, con 511346 hombres (48%) y 556819 mujeres (52%). La densidad de población de Asturias es de 101,60 habitantes por km². Este estudio se centra en Avilés que cuenta con 83107 habitantes, 39691 hombres (48%) y 43416 mujeres (52%), lo que supone el 7'68% de los habitantes del Principado de Asturias, con una densidad de población 3118'87 (Habitantes/km²), siendo la mayor densidad de población de Asturias.

Las instalaciones deportivas municipales pertenecientes a la Fundación Deportiva Municipal, que tienen monitores deportivos en plantilla son: Complejo Deportivo Avilés, Centro deportivo de la Magdalena, Centro Deportivo de los Canapés, Centro Deportivo

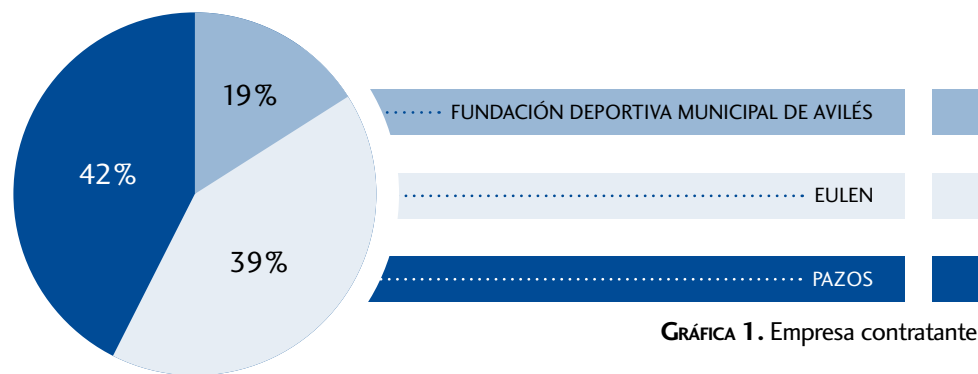


de La Toba, Centro Deportivo San Cristobal, Polideportivo municipal de Jardín de Cantos y Polideportivo municipal de la Luz.

Para la presentación del estudio, se contactó con el Director de la Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Se presentó el estudio a los coordinadores de los monitores deportivos propios que trabajan en la Fundación Deportiva Municipal de Avilés.

Resultados

Fueron cumplimentados el 52% de los cuestionarios, de 50 cuestionarios entregados. El 19'23% de los encuestados pertenecían a la Fundación Deportiva Municipal de Avilés, el 38'46% pertenecían a la empresa EULEN y el 42'30% a la empresa PAZOS. El 7'69% lleva menos de un año en la empresa contratante, el 26'92% de uno a tres años, el 42'30% lleva entre 4 y 10 años y el 19'23% lleva 10 o más años en la empresa.



GRÁFICA 1. Empresa contratante

El 15'38% nunca ha realizado ningún curso de RCP. Del 84'61% que ha realizado algún curso de RCP, el 26'92% ha realizado un curso, el 26'92% 2 cursos, el 19'23% ha realizado tres cursos y el 7'69% ha realizado 4 cursos de RCP. Uno de los encuestados que ha respondido que sí ha realizado algún curso de RCP, no ha indicado cuantos cursos ha realizado.

En cuanto al cuestionario específico, en el área del Sistema de Emergencias en Asturias de forma global el 92'30% de las respuestas de esta área de conocimiento han sido acertados.

En el área de evaluación inicial de la parada cardiorrespiratoria, el 73'84% de las respuestas han sido acertadas, el 18'46% erróneas y el 7'69% no han sido contestadas.

En el área de conocimiento de vía aérea, de forma global, el 86'92% de las respuestas han sido correctas.

En el área de conocimiento de circulación, de forma global el 78'46% de las respuestas en esta área han sido acertados.

En el área de conocimiento sobre el uso del DEA el 88'46% de las respuestas han sido acertadas.





25

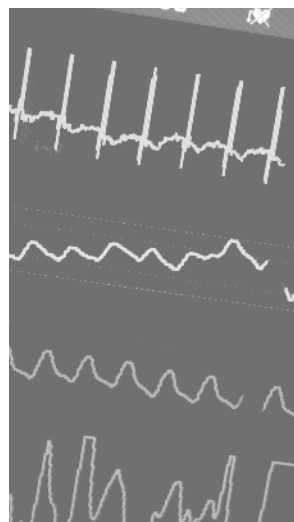
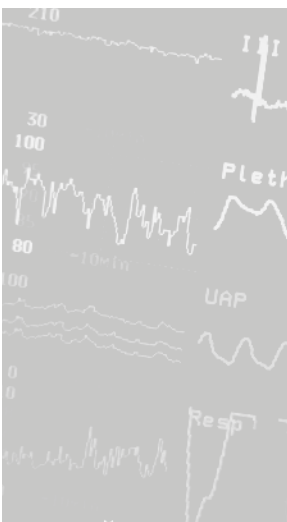
Discusión

El nivel de formación en cuanto a soporte vital básico y uso del DEA de los monitores deportivos de la Fundación Deportiva Municipal de Avilés puede considerarse como adecuado.

En Asturias, la legislación del DEA dice que la acreditación tiene una duración de dos años, por lo que buena parte de los encuestados no reunirían en el momento actual los requisitos legales para su uso.

El área con el menor porcentaje de respuestas correctas ha sido el de evaluación inicial de la parada cardiorrespiratoria; por tanto, en cursos próximos a realizar por la Fundación Deportiva Municipal de Avilés de soporte vital básico y uso del DEA se debe dar prioridad y consolidar los conocimientos referentes a esta área.

Del análisis de los resultados y discusión, extraemos la recomendación de que es imprescindible para desempeñar la actividad profesional de monitor deportivo la formación y el reciclaje continuo en técnicas de soporte vital básico y uso del DEA, debiendo recibir formación en el manejo de la parada cardíaca en su lugar de trabajo y asistiendo a cursos de reciclaje de soporte vital básico, al menos, cada dos años, acreditándose además cada dos años también para el uso del DEA, de acuerdo a la legislación vigente del Principado de Asturias.



26

LAS TÉCNICAS DE HIDROCINESITERAPIA EN EL ENTRENAMIENTO Y EN LA RECUPERACIÓN

- ▶ El agua como agente terapéutico
- ▶ Propiedades físicas del agua y sus aplicaciones prácticas
- ▶ Técnicas de hidrocinesiterapia
- ▶ Contraindicaciones

El agua como agente terapéutico

Ana Amelia Menéndez Bernardo



ENFERMERA Y FISIOTERAPEUTA DE LA UNIDAD
REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS-FUNDACIÓN DEPORTIVA
MUNICIPAL DE AVILÉS

HIDROTERAPIA E HIDROCINESITERAPIA

EL AGUA HA SIDO DESDE LA ANTIGÜEDAD UN RECURSO ASOCIADO A LA SALUD. GRECIA Y ROMA LA USARON COMO TERAPIA EN SUS ÉPOCAS DE MÁXIMO ESPLENDOR.

Las Termas fueron “templos” del cuidado de la salud, aprovechando las distintas propiedades químicas del agua de los manantiales, así como las distintas temperaturas a las que emanaban. La mentalidad medieval, menos proclive a los cuidados personales, relegó al olvido a estas terapias. Todos los tratamientos medicinales se facilitaban exclusivamente en los monasterios.

“De Balneis et Thermis” de Juan Miguel de Savonarola en 1498 o “De termis” de Andrea Badius son algunas de las primeras obras clave en las que se recogen las características y efectos de las aguas medicinales.

En el siglo XIX, Vinzenz Priessnitz (1799-1851) revolucionó las terapias relacionadas con el agua empezando a usar este elemento de un modo muy distinto al habitual hasta





ese momento. Baños totales, baños parciales, de asiento, de pies, toallas mojadas,.. y todo ello combinado con EJERCICIO FÍSICO. De este modo, puso los cimientos de lo que hoy conocemos como hidrocinesiterapia que se define como la realización de ejercicio en el medio acuático aprovechando las propiedades físicas y térmicas del agua.

Atendiendo al concepto actual de salud⁽¹⁾, la hidrocinesiterapia cobra especial sentido en nuestros días y se convierte en un elemento terapéutico de primer orden ante la sedentarización progresiva de la población y los cada vez más reducidos períodos de inmovilización tras cualquier tipo de lesión deportiva.

Son numerosos los estudios recientes que avalan el uso del ejercicio como tratamiento de múltiples dolencias físicas y psíquicas en los más diversos ámbitos de aplicación (deporte, neurología, recuperación tras esfuerzo, recuperación tras cirugía, etc,...); Lloret y Violán 1991 señalan el medio acuático no sólo terapéutico sino también preventivo, Moreno y Rodríguez 1996 indican el agua como especialmente idónea para realizar ejercicio físico en grupos de población con necesidades especiales, Adam y Mahaudens 1996 describen las condiciones físicas del agua que hacen que sea un medio terapéutico y las patologías susceptibles de ser tratadas en él,.. Así un largo etcétera.



Concepto de Salud OMS. *Es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedades.*



La densidad, un elevado calor específico y una gran tensión superficial, son algunas de las características del agua que la convierten en el medio ideal para el desarrollo de las técnicas hidrocinesiterápicas.

Propiedades físicas del agua y sus aplicaciones prácticas



Aplicaciones relacionadas con la densidad



Podemos definir la densidad como la diferencia entre la masa de un cuerpo y el espacio que ocupa. En el caso del agua es 1 gr/cm^3 y es altamente estable, es decir, varía muy poco cuando se cambia la presión o la temperatura. Esto hace que un cuerpo humano, cuya densidad es menor (950 Kg/m^3 , dependiendo del sexo y somatotipo) (Becker, 2009) sea “empujado” para flotar. Cuanto mayor es la densidad del agua, mayor es esta fuerza de empuje, por eso hay una mejor flotación en agua salada que en agua dulce.

Este fenómeno **desafía la gravedad** de tal modo que convierte al medio acuático en un medio de **bajo impacto**, en el que la carga gravitacional sobre las articulaciones se reduce drásticamente.

Este efecto “contrarrestador” de la gravedad depende de la profundidad y de la velocidad de ejecución del ejercicio (Howperthal.Roesler, 2000).

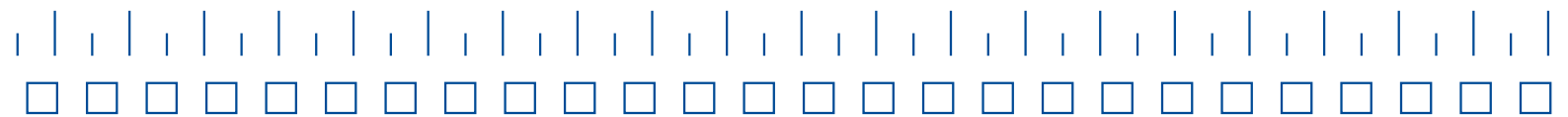
Con el agua a la altura de la sínfisis del pubis las articulaciones están “liberadas” del 40% del peso del cuerpo, si subimos hasta la altura del ombligo hablaremos de un 50% , de un 60% a la altura del apéndice Xifoides o de un 85% si estamos con el agua a la altura de los hombros (dependiendo siempre de la posición de los brazos)

Al estar en un medio de bajo impacto, el ejercicio en el agua se hace especialmente útil en individuos con sobrepeso incapaces de desarrollar adecuadamente programas de ejercicio en “seco”.

Individuos que sufren dolor articular por lesiones crónicas, agudas o postquirúrgicas podrán desarrollar programas de entrenamiento con menor o nulo dolor y en estadios precoces. Esto es especialmente importante en el caso de deportistas de competición cuyos períodos de inmovilización se reducen al mínimo posible.

Personas con dificultades en el ámbito motriz en general, como puede ser el Parkinson, ven aumentadas sus capacidades y destrezas (coordinación y equilibrio) para poder realizar cualquier tipo de actividad o movimiento que fuera del agua les resulta muy difícil o prácticamente imposible.

La flotación se puede usar como asistencia al ejercicio o como una mera resistencia para mejorar la fuerza muscular y/o ganar recorrido articular.





Aplicaciones relacionadas con la Tensión Superficial

Otra característica física del agua es su tensión superficial, lo que se traduce en la práctica, en una resistencia ofrecida por el agua al movimiento que, en todo caso, es mayor que la del aire.

Esta resistencia depende de la superficie y forma del cuerpo sumergido, de la velocidad de desplazamiento del mismo y de las turbulencias creadas.

La resistencia del agua aumenta si aumenta la fuerza ejercida en dirección de avance del movimiento, disminuyendo la presión o fuerza en dirección opuesta (parte posterior del individuo que avanza en el agua). En esta parte posterior la tensión superficial del agua es sustituida por la corriente o tensión de las turbulencias creadas.

Por último, existe una fricción con el cuerpo que depende de la superficie de contacto y del coeficiente de fricción de la piel de la persona (sobre lo que influyen el pelo, el material del traje de baño,...)

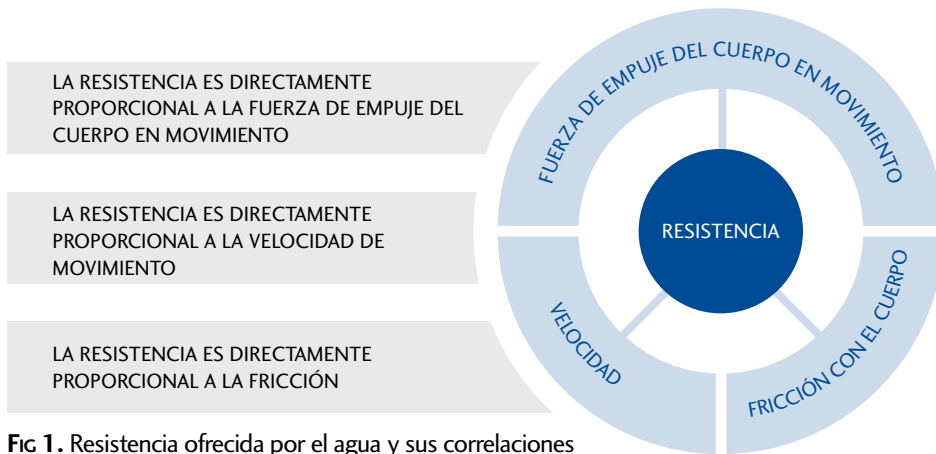


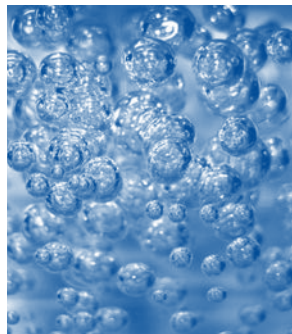
FIG 1. Resistencia ofrecida por el agua y sus correlaciones



Como consecuencia de todo esto se pueden realizar entrenamientos de resistencia, con velocidad de movimiento adecuada, sin una sobrecarga extrema, lo que nos permitirá mejoras en la fuerza de las extremidades, VO₂ máximo⁽²⁾, gasto calórico, función respiratoria y flexibilidad. Todas ellas resultan más patentes en individuos que no tienen una gran forma física (Alberton et al:2011; Colado et al.,2009; De Souza et al.,2012;Pinto et al.,2014)

Este hecho, también es especialmente útil en el contexto de rehabilitación o recuperación y puede ser usado por deportistas en períodos de “parón” por lesión o para recuperar entre sesiones duras de entrenamiento. El ejercicio en el agua les permite mantener los estímulos producidos por el entrenamiento, como son, la tensión músculo-esquelética, la resistencia neuro-muscular o la activación de los sistemas metabólico energético, sin producirse daños gracias a la descarga. En esta aplicación práctica hay que tener en cuenta la naturaleza del ejercicio a ejecutar para diseñar cualquier programa de entrenamiento.

En hidrocinesiterapia se usan comúnmente distintos útiles que aumentan la superficie de fricción y con ello, incrementan la fuerza requerida para vencer la resistencia al agua. Como resultado, se obtiene una mayor activación muscular y frecuencia cardíaca así como un aumento del VO₂, que no se incrementarían con una fricción menor y la misma velocidad (De Souza et al.,2012;Pinto et al.,2011).



VO₂. El VO₂ máx es la cantidad máxima de oxígeno (O₂) que el organismo puede absorber, transportar y consumir en un tiempo determinado, es decir, el máximo volumen de oxígeno en la sangre que nuestro organismo puede transportar y metabolizar. También se denomina Consumo máximo de oxígeno o capacidad aeróbica. Es la manera más eficaz de medir la capacidad aeróbica de un individuo. Cuanto mayor sea el VO₂ máx, mayor será la capacidad cardiovascular

En definitiva, este tipo de actividad, ofrece una alternativa al ejercicio “en seco” en situaciones de post cirugía, post lesión, o sobre-solicitación de músculos y articulaciones producto del entrenamiento. No sólo asegura un bajo impacto, sino un gran confort para el atleta a pesar de que algunos gestos técnicos pueden verse afectados.

Aplicaciones derivadas de la Presión Hidrostática



Cualquier cuerpo sumergido en agua está sometido a presión hidrostática que es directamente proporcional a la densidad y a la profundidad de inmersión.

Como respuesta a esta presión los fluidos intersticiales de las extremidades son “drenados” hacia la cavidad torácica generándose una fuerza de empuje que favorece el retorno venoso y el trabajo del sistema linfático. Hay movilización del edema y mejoría de este síntoma en determinadas enfermedades; paralelamente se produce, tanto un aumento de la circulación en los músculos, como circulación de desechos metabólicos al torrente sanguíneo. También se reduce el tiempo de transporte de O₂, nutrientes y hormonas a los músculos fatigados en caso de deportistas sometidos a cargas altas de entrenamiento.



Además, se produce un incremento del gasto cardíaco de un 30 %-35 % si la inmersión es a la altura del cuello (Becker,2009; Meredith-Jones et al.,2011) y un incremento del trabajo respiratorio de un 60% con respecto al mismo ejercicio realizado “en tierra”.

La presión hidrostática sobre el cuerpo comprime más la cavidad abdominal que la torácica. El diafragma es impulsado hacia arriba y los músculos respiratorios se ven sometidos a un mayor esfuerzo. Se produce una sobrecarga de los músculos inspiratorios lo que dificulta la inspiración y facilita la espiración. Aumenta la presión intratorácica, modificándose la función respiratoria y disminuyendo el volumen residual.

Se producirá una ligera reducción de la frecuencia cardíaca debido al aumento de presión hidrostática en los miembros inferiores lo que contribuye a una reducción de circulación periférica y una redistribución de sangre a la cavidad torácica aumentando el volumen sistólico.

El VO₂ en trabajos submáximos no se ve alterado porque generalmente se implican menos músculos y se ponen en marcha mecanismos inhibitorios de la contracción, a la vez que una menor activación neuromuscular. Se produce finalmente una ligera hemodilución y un descenso de la viscosidad sanguínea además de un aumento significativo de la diuresis, natriuresis y caliuria.

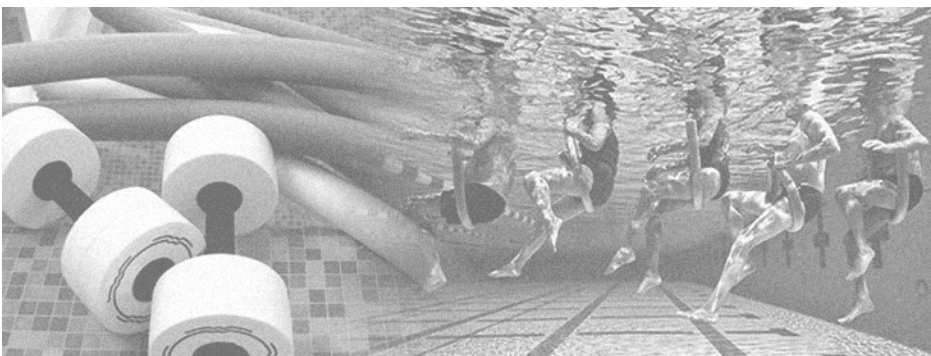
Una vez detallados los efectos de la presión hidrostática, algunas de sus aplicaciones prácticas podrían ser las siguientes:

El trabajo estático o carrera en el agua a velocidad submáxima produce una respuesta cardiovascular y neuromuscular menor que en tierra dependiendo de la forma física del sujeto (Alberton et al.,2011; Meredith- Jones et al., 2011)

Podemos afirmar que el entrenamiento en agua mejora la capacidad aeróbica en sujetos no entrenados y puede mantener la de atletas de competición ayudando al fortalecimiento de los músculos respiratorios, lo cual puede tener aplicación en ciertas disciplinas deportivas (Becker,2009)

En la planificación de la actividad es muy importante valorar la profundidad, la duración y la intensidad del ejercicio.

En periodos de recuperación tras lesión o en lesiones agudas o crónicas, la presión hidrostática ayuda a disminuir el daño muscular derivado del ejercicio o de la propia lesión. También puede mantener el aporte de O₂ a los músculos, al igual que la función contráctil ayudando a la eliminación de metabolitos intramusculares.



La inmersión prolongada produce relajación y tiene una acción antiespasmódica por lo que el tiempo de cada sesión debe ser adecuadamente programado.

La presión hidrostática y la viscosidad del agua dan origen a estímulos sensoriales que permiten una mejor percepción de la posición del cuerpo facilitando el equilibrio estático y dinámico. La inmersión frena los desplazamientos y oscilaciones lo que nos ayudará a ejecutar los gestos con mejor coordinación y además facilitará la toma de conciencia de una marcha sin alteraciones. La resistencia al desplazamiento aumenta las sensaciones tanto propioceptivas como exteroceptivas y permite una mejor apreciación del esquema corporal.

Aplicaciones derivadas del Calor específico



Debido a su estructura molecular el agua tiene una gran capacidad para mantener constante la temperatura y transferirla a un cuerpo sumergido (teniendo en cuenta que el calor específico del cuerpo es menor que el del agua).

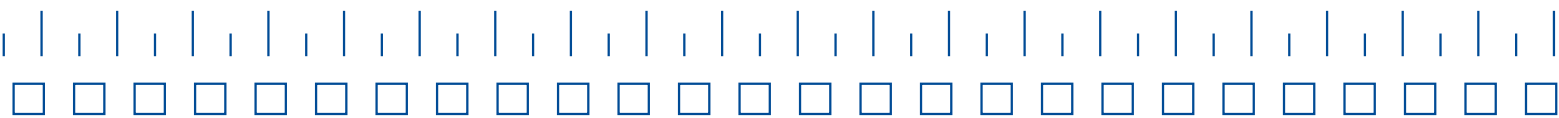
Esta propiedad es utilizada fundamentalmente para el tratamiento del edema y la inflamación asociadas a las lesiones deportivas. Estudios recientes, (Jamie Stanley. Martin Buchheit. Jonathan M. Peake 2011), avalan la inmersión en agua helada tras esfuerzos maximales en deportistas de alto rendimiento como un método de recuperación post esfuerzo; en estos casos estaríamos hablando de técnicas de hidroterapia y no propiamente de hidrocinesiterapia.

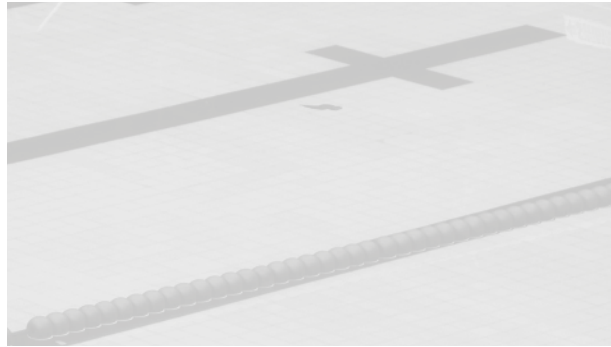
La temperatura óptima para el trabajo hidrocinesiterápico es la llamada "temperatura indiferente" (entre 31° y 35°) que genera, en principio, una ligera relajación y facilita la ejecución del ejercicio sin el aumento de frecuencia cardíaca y la hipotensión que nos produciría aumentar la temperatura por encima de 35°.

En todo caso, la temperatura del agua es un factor importante a la hora de planificar y personalizar un tratamiento.

FIGURA 2. Patologías y temperaturas recomendadas para su tratamiento

TIPO DE PATOLOGÍA A TRATAR	TEMPERATURA RECOMENDADA DEL AGUA
PACIENTES REUMÁTICOS	36-38 °
PACIENTES NEUROLÓGICOS	34-37 °
LESIONADOS MEDULARES (ENTRENAMIENTO AL ESFUERZO)	28-30 °
ENTRENAMIENTO DEPORTIVO	28-30 °
PACIENTES POST TRAUMÁTICOS, TRAS CIRUGÍA	34-36 °

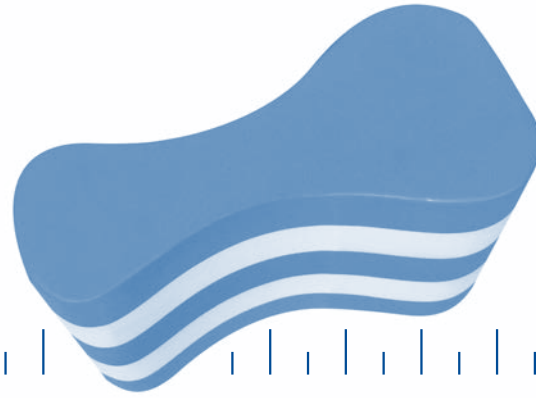




BENEFICIOS EQUILIBRIO Y PROPIOCEPCIÓN	BENEFICIOS DESARROLLO MUSCULAR Y POSTURA	BENEFICIOS DE CARÁCTER PSICOLÓGICO	BENEFICIOS FISIOLÓGICOS
AUMENTA LA COORDINACIÓN	PARTICIPACIÓN DE GRANDES GRUPOS MUSCULARES. TONIFICACIÓN GENERAL	AUMENTA LA SECRECIÓN DE ENDORFINAS RESPONSABLES DE SENSACIÓN DE BIENESTAR	MEJORA DE LA CIRCULACIÓN
MEJORA EL EQUILIBRIO	RELAJACIÓN MUSCULAR DEBIDA A LA INGRAVIDEZ. DISMINUCIÓN DE TENSIÓN MUSCULAR POSTURAL	INDUCE A LA RELAJACIÓN EN ESTADOS DE STRESS Y ANSIEDAD	MEJORA DE LAS FUNCIONES PULMONARES
MEJORA LA PROPIOCEPCIÓN Y EXTEROCEPCIÓN	MEJORA DE LA MOVILIDAD ARTICULAR POR LA DISMINUCIÓN DE GRAVEDAD SOBRE LOS TEJIDOS Y LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA	EL MEDIO ACUÁTICO SE ASOCIA A UN MEDIO RECREATIVO Y MOTIVADOR	AUMENTO DE RESISTENCIA PARA TAREAS DE BAJA Y MEDIA INTENSIDAD
MEJORA PERCEPCIÓN DEL ESQUEMA CORPORAL	MEJORA DE LA POSTURA POR UN DESCARGA DE LA COLUMNA VERTEBRAL, FORTALECIMIENTO GLOBAL Y RELAJACIÓN	LA ACTIVIDAD ACUÁTICA FAVORECE LA SOCIALIZACIÓN	ESTIMULA EL METABOLISMO
		FAVORECE EL SUEÑO	AUMENTO SIGNIFICATIVO DE LA DIURESIS

FIGURA 3. Síntesis beneficios de hidrocinesiterapia





Técnicas de hidrocinesiterapia



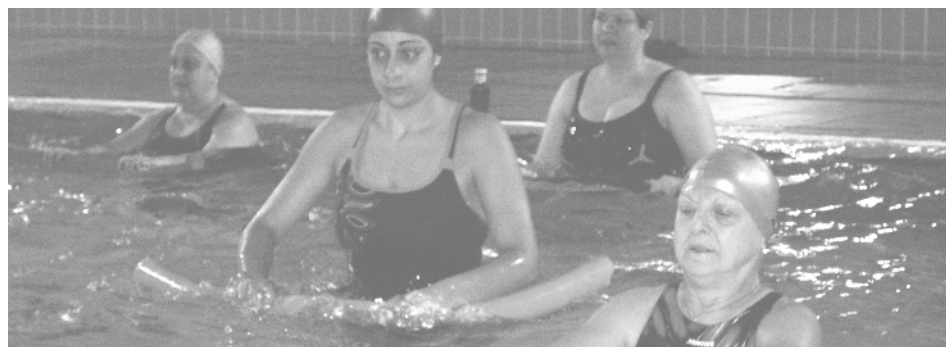
Todas las técnicas hidrocinesiterápicas incluyen actividades que implican desplazamiento de todo el cuerpo, como la natación o la marcha, y también ejercicios de uno o varios segmentos corporales estando el paciente estabilizado en una determinada posición (mediante flotadores, raíles, sentados o de pie).

Cada una de ellas tiene unas determinadas aplicaciones prácticas siendo la natación y la marcha las más utilizadas en deportistas que utilizan el agua como medio de entrenamiento.

■ **Ai Chi.** Es una forma de ejercicio activo que reproduce los principios del Tai Chi, siguiendo sus pautas de respiración. Requiere el mantenimiento de un buen equilibrio y postura. Los ejercicios se realizan en bipedestación con la lámina de agua a la altura del cuello. Se trata de movimientos realizados a una velocidad lenta proporcionando una “no tensión”. Requiere mucha concentración.

Beneficioso para personas que tienen un alto grado de ansiedad o stress y que les cuesta mantener la concentración. El control respiratorio es fundamental en esta técnica. Podemos considerar este ejercicio como un tipo de meditación realizado en el agua. Está recomendado también en patologías que requieran un aumento de la amplitud articular.

■ **Halliwick.** Se basa en la consecución del control postural a través de distintas desestabilizaciones que el fisioterapeuta le provoca al paciente. Se realiza fundamentalmente en flotación. Conduce a la persona a un control rotacional de su cuerpo en todos los planos. Es un método utilizado en sus inicios para el aprendizaje de la natación y es muy adecuado para el tratamiento de personas que tienen una movilidad reducida, con un alto grado de inestabilidad o una atrofia muscular. También es de suma utilidad en personas que necesitan perder el miedo al agua como paso previo imprescindible para cualquier otro tipo de terapia. El concepto fue creado por James McMillan (1913-1994), un ingeniero de mecánica de fluidos en 1948.





■ **Watsu.** Es un método más “pasivo” que los anteriormente descritos. Combina el masaje de dígito-presión del Shiatzu con los efectos terapéuticos del agua. Se realiza en flotación con ayuda distintos elementos flotatorios a una temperatura de 33 a 36° generalmente con los ojos cerrados y con el soporte directo de la cabeza del paciente por parte del fisioterapeuta.

Aumenta la flexibilidad y la amplitud articular. Muy utilizado en patologías crónicas como las fibromialgias.

■ **FNP.** Hablamos de una forma de ejercicio activo-asistido basado en los modelos del método de facilitación neuromuscular propioceptiva cuya base es que la contracción del músculo agonista causa un reflejo de relajación del antagonista. El creador del método de FNP es el doctor Hermán Kabat, doctor en medicina y filosofía, fue posteriormente desarrollado por un grupo de fisioterapeutas a finales de los años cuarenta. Surgió como un método terapéutico y rehabilitador, para después integrarse en el ámbito de la actividad física y el deporte.

■ **Feldenkrais.** El Feldenkrais es un método activo-asistido. Tiende a ser más una forma de auto-educación en lugar de una terapia manipulativa. Creado por el físico Moshé Pinchas Feldenkrais (Slavuta, Imperio ruso, 6 de mayo de 1904 - Tel Aviv, Israel, 1 de julio de 1984).

El fisioterapeuta enseña una serie de movimientos fluídos, rítmicos y lentos. Se busca que las personas estén atentas al gesto que están realizando y de las sensaciones que produce. Es más un proceso de autodescubrimiento de las posibilidades del cuerpo que el hecho de conseguir completar el ejercicio.

Muy utilizado en pacientes con alteraciones neuromusculares degenerativas y en pacientes deteriorados que no realizan ninguna actividad física



■ **Bad Ragaz.** Es un método activo o pasivo de hidrocinesiterapia en el que el fisioterapeuta proporciona un punto fijo desde el que el paciente trabaja, supervisando el profesional la ejecución del movimiento. Se suele realizar en flotación. Se basa en los modelos de FNPropioceptiva.

■ **Pilates Acuático.** Adapta los fundamentos del Pilates a la piscina. Trabaja basándose en el fortalecimiento del “núcleo” del cuerpo (Abdominal y región posterior) y también tratando de elongar el cuerpo con ejercicios. Se pueden usar puntos de apoyo fijos en la piscina o elementos de flotación. Aumenta el tono y la fuerza muscular, la flexibilidad y mejora la postura.

Contraindicaciones

A pesar de su larga lista de beneficios, la hidrocinesiterapia no está exenta de riesgos y su uso debe ser siempre pautado por un profesional de la salud.

Tenemos que tener en cuenta la demanda del sistema cardiovascular y respiratorio que se produce, por lo que está contraindicada en pacientes con insuficiencia respiratoria o cardíaca grave y en personas con inestabilidades hemodinámicas.

Normalmente los tratamientos requieren la inmersión simultánea de varias personas en la piscina terapéutica, por lo que se deben extremar las medidas higiénicas. Los pacientes que sufran procesos infecciosos (Conjuntivitis, Otitis, Sinusitis,.), heridas abiertas o estados febriles no deben sumergirse. Este tipo de terapia también está contraindicada en pacientes con alteraciones de la termorregulación corporal.

La terapia en piscina no excederá los 20 min en pacientes ancianos, hipertensos o con afectación cardiopulmonar y siempre debe estar supervisada, antes, durante y después del ejercicio.



LAS GRASAS COMO APORTE ENERGÉTICO DURANTE EL EJERCICIO

37

- Perspectiva histórica ◀
- Grasas y Rendimiento deportivo ◀
- Grasas y Salud ◀
- Grasa en el ser humano ◀
- Uso energético de los triglicéridos ◀
- Cuerpos Cetónicos y la keto-adaptación ◀
- Cuerpos cetónicos ¿Energía para el cerebro? ◀
- La cetosis nutricional ◀
- En resumen ◀

► Perspectiva histórica



LAS GRASAS HAN TENIDO UN PAPEL DECISIVO EN LA SUPERVIVENCIA HUMANA. LOS CAZADORES/ RECOLECTORES, CAZADORES PRIMARIOS Y PASTORES NÓMADAS, HAN SOBREVIVIDO ALIMENTÁNDOSE BÁSICAMENTE DE GRASAS A LO LARGO DE LA HISTORIA. LA CAZA Y LA PESCA HAN SIDO LA BASE DE SU ALIMENTACIÓN Y GRACIAS A ELLO EL SER HUMANO HA SOBREVIVIDO ANTE LARGOS PERIODOS DE AYUNO.

Esto ha hecho que durante 2 millones de años las grasas hayan sido nuestro principal sustrato energético. Será con el comienzo de la agricultura, hace unos 10.000-6.000 años, cuando la alimentación de nuestros antepasados se ve modificada al incorporar los cereales. Es cuando el ser humano ve por primera vez modificada la manera de alimentarse en 2.000.000 millones de años y comienza a ingerir hidratos de carbono (CH). La agricultura cambia la vida de las personas, dejarán de ser nómadas para hacerse mas sedentarios, ya que los cultivos de cereales producen alimento durante todo el año. La ingesta de azúcares y almidones se incrementó desde el inicio de la agricultura hasta hoy en día. Desde un punto de vista histórico, la adaptación a los hidratos de carbono supone sólo un 1% del tiempo de nuestra estancia en la tierra y teniendo en cuenta la evolución esto no supone mucho tiempo (Orr & Gilks, 1931).

*Alberto Mourinho Cabaleiro ⁽¹⁾
Nicolás Terrados Cepeda ⁽²⁾*

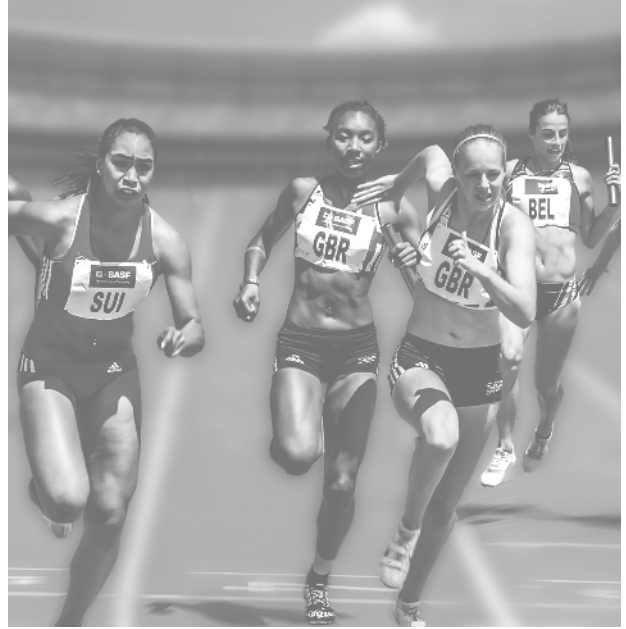
CSM, CENTRO DE SAÚDE
E DO MOVIMENTO. LALÍN. PONTEVEDRA ⁽¹⁾

UNIDAD REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS-FUNDACIÓN DEPORTIVA
MUNICIPAL DE AVILÉS. ASTURIAS ⁽²⁾



38

Grasas y Rendimiento deportivo



En las últimas décadas se ha investigado mucho para determinar cual es la fuente energética durante el ayuno, el descanso y el ejercicio, y así conocer cual es la alimentación que más optimiza el rendimiento. En 1939 Christiansen y Hansen (1939), descubrieron que cuando un deportista se sometía a una ingesta grande de CH durante 7 días, su rendimiento mejoraba más que cuando se alimentaba a base de grasas. Además otros autores (Bergström, Hermansen, Hultman, & Saltin, 1967; Bergström & Hultman, 1966; Bergström & Hultman 1967) asociaron la carga de CH con un aumento de las concentraciones de glucógeno muscular y con un aumento del rendimiento. Desde entonces se ha consolidado la idea de que sólo las dietas ricas en CH pueden aumentar la capacidad del ser humano de realizar ejercicio (Noakes, 2002). A pesar de la importancia de estos estudios, ninguno de ellos había controlado el efecto placebo y en algunos su único objetivo era demostrar un efecto beneficioso (Burke, 2002), por lo que, a día de hoy tenemos algunas dudas sobre los resultados y las conclusiones obtenidas.

Grasas y salud

Posteriormente, también han habido investigaciones a favor de las dietas ricas en CH para mejorar la salud de las personas. El Dr. Ancel Keys ha sido uno de los mayores defensores de este tipo de dietas. Asustado por el incremento de las enfermedades coronarias, inicia una investigación en la primera conferencia de la Organización de Alimentos y Agricultura de la ONU en Roma en 1952 para comprobar si este incremento era producido por los hábitos alimentarios. Durante la visita a Italia, descubre que las enfermedades coronarias (EC) en algunas ciudades italianas como Nápoles, son muy bajas y decide investigar porqué. Allí descubre que la alimentación básica de un napolitano se basa en pasta, frutas, verduras y ocasionalmente carne. Al mismo tiempo descubrió que los napolitanos con elevados ingresos económicos y que se alimentaban de carne con mayor asiduidad, tenían el colesterol más elevado y un mayor índice de EC. Así mismo Keys conocía los datos del Departamento de Agricultura de los USA en los que informaba que la dieta norteamericana había reducido un 25% el consumo de fibras y cereales y en su contra aumentado el de carnes en un 25%. Si bien, años después se supo que esos datos no eran reales, sino que habían sido manipulados (Taubes, 2008). Es entonces cuando el colesterol se convierte en el “gran culpable” siendo uno de los responsables de las enfermedades cardiovasculares según el Dr. Keys. Por ello se convence de que las dietas ricas en grasas tan populares en USA, sobre todo en grasas saturadas, son las responsables del incremento de las EC. Ya en 1952 Keys recomienda una reducción de las grasas por debajo del 30% de las calorías



totales. Pero necesitaba una evidencia científica para sustentar su hipótesis y diseñó un estudio internacional con distintos tipos de alimentación comparándolos con las tasas de EC. Este estudio fue el Seven Countries Study (CSC) (Keys, 1980). En este estudio se analizó a 13.000 hombres de EE.UU, Finlandia, Grecia, Holanda, Italia, Japón y la antigua Yugoslavia. Estas poblaciones fueron escogidas porque tenían diferentes patrones alimentarios y la tasa de EC variaba, por lo que podía demostrar esa asociación que él pretendía. El colesterol medio en Finlandia fue aprox. 260 mg/dl, y en Japón sólo de 160 mg/dl. El número de ataques cardíacos en un período de 10 años fue en Finlandia de 70 mientras que en Japón sólo 5. Con estos datos y los de los otros países nos encontramos con una relación casi lineal, que nos hace ver como el riesgo cardiovascular es proporcional a los niveles de colesterol y relacionado con la ingesta de grasas e hidratos de carbono. Además el estudio asoció el nivel de colesterol con la ingesta de grasas saturadas y no con las totales. Los finlandeses ingerían un 20% sobre el total en grasas saturadas mientras que los japoneses sólo un 2%.

Una vez analizado los datos, Keys llegó a las siguientes conclusiones:

- ▶ El colesterol está estrechamente relacionado con la enfermedad coronaria
- ▶ Las grasas saturadas influyen en los niveles de colesterol y en consecuencia en la EC.
- ▶ Las grasas monoinsaturadas protegen contra la EC. Esta última surge debido a que alguna regiones de Finlandia y Creta había una gran diferencia en EC a pesar de que se consumía hasta un 40% de la ingesta total de calorías en forma de grasas. En Finlandia el 22% de las calorías provenía de las grasas saturadas y sólo el 14% de las monoinsaturadas, en cambio en Creta el 8% provenían de las grasas saturadas mientras que el 29% era monoinsaturadas. El estudio tampoco explicaba porque había diferencias en las EC dentro de los propios países según la región en la que se encontrase y con los mismos hábitos de vida.

Años después, Yerushalmy y Hilleboe (1957) descubrieron que Keys tenía datos de 22 países, pero sólo decidió publicar 6 y posteriormente de 7 países. Entre los descartados destacan Francia o Suiza, con un elevado consumo de grasas saturadas, pero con una baja tasa de EC. El estudio SCS se convirtió en un gran análisis pero no mostró ningún tipo de causa-efecto entre las EC y la ingesta de grasas. 20 años después, el Senador estadounidense George McGovern en 1977, de la mano del Dr. Keys, se sentaron para proponer las primeras recomendaciones alimentarias de la historia (Dietary goals for the United States, 1977). En esta reunión decidieron recomendar una reducción del consumo de grasas para mejorar el estado de salud de los norteamericanos. Además sale a la luz la primera pirámide alimentaria de la historia. En ella se aconsejaba incrementar los hidratos de carbono hasta un 60% de las calorías totales, disminuir la ingesta de grasas hasta un 30% (en el que las grasas saturadas no superasen un 10%) y reducir la ingesta de carnes, huevos y lácteos. En 2.000.000 millones de años, es la primera vez que se ve modificada la alimentación del ser humano para reducir los niveles de colesterol y el riesgo de enfermedad cardiovascular (Ariel, 2010).



40



Grasa en el ser humano



Podemos ver que la grasa supone un porcentaje alto del peso corporal de una persona normal. En realidad, hay variación del porcentaje de grasa entre distintas personas. Habitualmente los hombres sanos tienen un 15 % de grasa mientras que las mujeres tendrían un 25% (Koeslag 1980), aunque habrá variaciones dependiendo del deporte, edad o procedencia. Bowera et al (1970), Pollock, Gettman, et al (1977) han recogido datos de maratonianos registrando porcentajes entre 4% y 7% de grasa. En cambio las mujeres había un 15%, siendo el valor más bajo recogido el 6% (Wilmore, Brownm et al 1977). En la sociedad actual estos índice se han vistos aumentados hasta puntos de 25% en los hombres y 35% en las mujeres.

Uso energético de los triglicéridos



Dependiendo de la ingesta de grasas según la dieta, las grasas tendrán tanta importancia o más que los hidratos de carbono a la hora de aportar energía. A su vez, muchos hidratos de carbono se acaban convirtiendo en triglicéridos y se acaban almacenando esperando ser utilizados como ácidos grasos.

El primer paso para dar energía será la hidrólisis en ácidos grasos y glicerol. A continuación los ácidos grasos y glicerol se transportan por la sangre a los tejidos activos, donde se oxidan para dar energía. La mayoría de las células pueden utilizar ácidos grasos como aporte energético. El glicerol al entrar en la célula se transformará en glicerol-3-fosfato, que utiliza la vía glucolítica para proveer energía.

Los ácidos grasos sólo se pueden oxidar y descomponer en las mitocondrias. Es el motivo por el cual el primer paso será introducir los ácidos grasos en la mitocondria. Este proceso será regulado por un transportador llamado carnitina. El producto final será la liberación de grandes cantidades de ATP. Por cada ácido esteárico oxidado se produce una ganancia neta de 146 moléculas de ATP.

Si se pasa a una dieta rica en grasa lentamente, el organismo se irá adaptando a usar mucho más ácido acetoacético que el habitual y no suele aparecer cetosis.

La utilización energética de la grasa se acelera cuando faltan hidratos de carbono. En la ausencia de los hidratos de carbono la grasa de los adipocitos se movilizará para obtener energía ante la ausencia de los propios hidratos. Al mismo tiempo habrá ciertos cambios hormonales que acelerarán la movilización de los ácidos grasos del tejido adiposo. Uno de los cambios más destacables será el descenso de la secreción pancreática de insulina por la ausencia de hidratos de carbono, lo que a mayores de reducir la grasa almacenada llevará al metabolismo a decantarse por el metabolismo de las grasas en lugar del de los hidratos de carbono. (Phinney, Bistran, Evans, Gervino, & Blackburn, 1983; Phinney, Bistran, Wolfe, & Blackburn, 1983; Phinney, Horton, Sims, Hanson, & Danforth, 1980)





Cuerpos Cetónicos y la keto-adaptación

Los cuerpos cetónicos son una fuente de energía endógena, producto de la movilización de grasas en respuesta a variantes fisiológicas y periodos de crisis alimentarias, ayunos etc. Los cuerpos cetónicos, acetoacetato (CAAC) y D- β -hidroxibutirato (β HB), son combustibles que pueden ser oxidados por la mayoría de los tejidos del cuerpo y se forman en grandes cantidades (hasta 150 g / día) por el hígado en respuesta al bajo nivel de glucosa en la sangre y insulina. (Cahill, 2006) (Fukao y cols. ,2004). Sobre dos quintas partes de los ácidos grasos metabolizados en el cuerpo es producto por la cetogénesis hepática, siendo alrededor de 100 a 150 gramos/día.

La cetosis o Ketosis es la oxidación de los cuerpos cetónicos. La keto-adaptación es una adaptación evolutiva utilizada como un mecanismo de supervivencia durante épocas de escasez de alimento, enfermedad o estrés energético (Mccue, 2010). De hecho, la capacidad de sobrevivir a periodos largos de escasez de alimentos, es una característica importante del ser humano, en la que el gran tamaño del cerebro exige una cantidad importante de glucosa para mantenerlo activo energéticamente. Cahill (1960) demostró la importancia de la oxidación de los cuerpos cetónicos en esos periodos de inanición, en los que el cerebro obtiene el 60% de su energía de los cuerpos cetónicos, remplazando a la glucosa como sustrato principal. (Cahil, 1970) (Owen, 1967). Entonces la keto-adaptación reduce la utilización de la glucosa, previene la gluconeogenesis de las reservas proteicas, permite incrementar la capacidad de supervivencia. Por lo tanto, los cuerpo cetónicos puede ser una fuente energética alternativa muy interesante.



El efecto de la keto-adaptación y su influencia en el rendimiento fue redescubierta en los años 80. Phinney y colaboradores (Phinney et al 1980; Phinney et al. 1983) realizaron dos estudios con pacientes para perder peso con dietas cetogénicas. El primer estudio era un grupo de sujetos con sobrepeso y el segundo estudio era con deportistas altamente entrenados. En ambos estudios la ingesta de CH era de 10 gramos al día, y las proteínas ingeridas suponían sobre el 15% de la energía consumida. El betahidroxiburato (BOHB) se elevó a 1-3 mmol/L en la primera semana, pero la capacidad de rendimiento se redujo hasta 4-6 semanas desde que se comenzó la restricción de CH. Durante ese tiempo, ambos grupos mostraron diferencias a la hora de oxidar grasas medidas por su cociente respiratoria (RER) durante el ejercicio. Los sujetos desentrenados mostraron unos valores RER por debajo de 0,7, indicativo de un alto uso de grasas y un acercamiento a la cetogénesis. Los deportistas en ejercicio submáximo alcanzan el 0.72 de su RER después de 4 semanas de keto-adaptación estableciendo que más de 90% de su energía obtenida de la oxidación de las grasas.



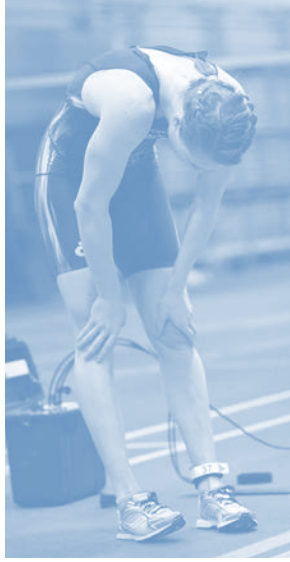
En los deportistas del estudio de Phinney, y colaboradores en 1983, los gramos de grasa oxidados por hora de ejercicio llegaron, en un caso a 80 g/h (1.4 g/min). Otro hallazgo importante de estos estudios fue que el contenido de glucógeno muscular se redujo, pero no totalmente. Y que la tasa de uso de glucógeno se redujo drásticamente tras keto-adaptación.

Las posibles implicaciones prácticas del proceso de adaptación a la cetosis serían que el cuerpo humano puede adaptarse a utilizar la grasa como principal combustible durante el ejercicio submáximo y no se vería obligado al de uso de glucógeno hepático y muscular.

Pero también tenemos que tener en cuenta que hay dietas de alto contenido en grasas que han mostrado bajas tasas de oxidación de grasas (Burke et al., 2000, 2002; Helge, Watt, Richter, Rennie, & Kiens, 2001; Lambert, Speechly, Dennis, & Noakes, 1994) porque los niveles de CH restringidos no permitían la cetosis nutricional. Lo cual hace que siga existiendo una gran controversia en este tema..

Los estudios en deportes de más larga duración han sido los de Havemann y cols (2006), los cuales estudiaron el rendimiento de deportistas en pruebas de más de 200 km. Ellos observaron que la capacidad de rendimiento se veía mejorada en ocho de cada nueve sujetos cuando seguían una dieta baja en hidratos de carbono. Lo más interesante es que los sujetos con un bajo RER redujeron en 375 segundos la prueba cuando cambiaban su dieta a una dieta baja en carbohidratos. La conclusión del autor ha sido que los atletas con un bajo RER se ven beneficiados por las dietas bajas en hidratos. Pero es precipitado sacar conclusiones cuando se trata de tan pocos sujetos.





43

Cuerpos cetónicos ¿Energía para el cerebro?

La capacidad que tiene el cerebro de consumir cetonas puede que provenga de un instinto ancestral que permitía la supervivencia durante periodos de poca comida. El ejemplo más espectacular han sido los estudios de Cahill y Aoki (1980) y Owen y cols. (1967) cuando investigaron a sujetos con una profunda hipoglucemia pero con un estado de keto-adaptación perfecto.

Durante el ejercicio prolongado las cetonas se incrementan ligeramente incrementando los depósitos energéticos ya que una vez el cerebro consuma la glucosa pasará a consumir también las distintas cetonas producidas (Noakes, 2014). Entonces esto podría ser un método muy eficaz para combatir el famoso “muro” en los deportes de resistencia, producido por una hipoglucemia en los atletas de alto consumo de CH. La hipoglucemia conlleva a un fallo del sistema nervioso central con el consiguiente descenso del rendimiento. Ingerir carbohidratos durante el ejercicio retrasa el descenso de esta caída.

Sin embargo, la glucosa sigue siendo el combustible mas importante para el cerebro. El aporte de glucógeno hepático a la glucosa en sangre es esencialmente cero a partir del segundo o tercer día de inanición. La producción total de glucosa en la inanición tras varias semanas asciende a aproximadamente 80 gramos al día. Acerca de 10-11 gramos/día provienen de la síntesis de glucosa a partir de los cuerpos cetónicos, 35-40 gramos gracias al lactato y piruvato reciclado, 20 gramos producto del glicerol derivado de la grasa, y los 15-20 gramos restantes gracias a los aminoácidos derivados de proteínas, principalmente alanina. (Cahill, 2006).

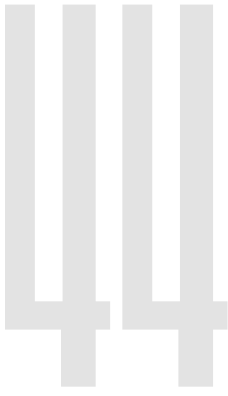
La cetosis nutricional

Según el Prof Noakes, la cetosis nutricional o keto-adaptación podría aportar muchos beneficios a los deportistas y mejorar la salud de las personas debido a sus mecanismos energéticos y epigenéticos (Noakes, 2014).

La pérdida de grasa es uno de los beneficios de la keto-adaptación y es muy efectiva para la composición corporal, especialmente cuando se combina con el entrenamiento de resistencia (Paoli et al., 2012; Volek, Quann, & Forsythe, 2010), mientras se mantenga el rendimiento de la fuerza y potencia en un estado de adaptación a la cetosis.

Actualmente se está investigando en muchos deportes con este tipo de dietas, pero el deporte pionero por excelencia es la ultra maratón. El descenso de los problemas a la hora de enfrentarse al muro, y descenso de los problemas gástricos y de mareos es una de las claves. Ultra corredores que tienen experiencia en dolencias gastrointestinales con dietas ricas en CH comúnmente mejoran esas dolencias después de la ceto-adaptación (Volek & Phinney, 2012). Quizás esto es debido a que se consumen menos calorías durante el evento.





En resumen



En la actualidad, algunas teorías indican la posibilidad de que, el cuerpo humano se puede adaptar para consumir preferentemente grasas como fuente de energía y que en deportistas podemos prolongar el rendimiento sin necesidad de ingestas de CH durante el ejercicio. Además, se sumaría a estos beneficios energéticos de la cetoadaptación del atleta, una reducción del estrés oxidativo e inflamatorio (Merman & Verdín, 2014). En contraste con el dogma nutricional clásico (Erlen-Busch et al., 2005) que enfatizan la ingesta de CH en todas las formas de duración o intensidad del deporte, estas observaciones indican que se podría mejorar el rendimiento y reducir la dependencia de los azúcares antes y durante del ejercicio, con dietas ricas en grasas. Pero todavía hay muchas dudas al respecto y hay conocer mejor los niveles de restricción de CH necesarios para tener estos efectos, así como los factores que contribuyen a las diferencias individuales en respuesta a estas dietas grasas (Noakes, 2014).



Artículo 1

Wilkinson M, Hart A, Milan SJ, Sugumar K. Vitamins C and E for asthma and exercise-induced bronchoconstriction. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, p 7-8, Issue 6. Art. No.: CD010749. DOI: 10.1002/14651858.CD010749.pub2.

Milan SJ, Hart A, Wilkinson M. Vitamin C for asthma and exercise-induced bronchoconstriction. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, p 7. Issue 10. Art. No.: CD010391. DOI: 10.1002/14651858.CD010391.pub2.

Grande AJ, Silva V, Andriolo BNG, Riera R, Parra SA, Peccin MS. Water-based exercise for adults with asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, p 6-7, Issue 7. Art. No.: CD010456. DOI: 10.1002/14651858.CD010456.pub2.

Beggs S, Foong YC, Le HCT, Noor D, Wood-Baker R, Walters JAE. Swimming training for asthma in children and adolescents aged 18 years and under. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, p 8, Issue 4. Art. No.: CD009607. DOI: 10.1002/14651858.CD009607.pub2.

Barker NJ, Jones M, O'Connell NE, Everard ML. Breathing exercises for dysfunctional breathing/hyperventilation syndrome in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, p 7. Issue 12. Art. No.: CD010376. DOI: 10.1002/14651858.CD010376.pub2.

Bonini M, Di Mambro C, Calderon MA, Compalati E, Schünemann H, Durham S.

Canonica GW. Beta₂-agonists for exercise-induced asthma. *Cochrane Database Syst*

Rev. 2013, p 8, Oct 2;10:CD003564. doi: 10.1002/14651858.CD003564.pub3. Review. PubMed PMID: 24089311.

Freitas DA, Holloway EA, Bruno SS, Chaves GSS, Fregonezi GAF, Mendonça KMPP. Breathing exercises for adults with asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, p 7-8, Issue 10. Art. No.: CD001277. DOI: 10.1002/14651858.CD001277.pub3.

Carson KV, Chandratilleke MG, Picot J, Brinn MP, Esterman AJ, Smith BJ. Physical training for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, p 8-9, Issue 9. Art. No.: CD001116. DOI: 10.1002/14651858.CD001116.pub4.

Zhang L, Prietsch SOM, Ducharme FM. Inhaled corticosteroids in children with persistent asthma: effects on growth. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, p 9-10, Issue 7. Art. No.: CD009471. DOI: 10.1002/14651858.CD009471.pub2.

Dryden D, Spooner H, Stickland M, Vandermeer B, Tjosvold L, Bialy L, Wong K, Rowe B. Exercise-Induced Bronchoconstriction and Asthma. *January* 2010. P 13 y 36-40.

Anderson SD. How does exercise cause asthma attacks? *Curr Opin Allergy Clin Immunol.* 2006;6(1):37-42.

Storms WW. Asthma associated with exercise. *Immunol Allergy Clin North Am.* 2005;25(1):31-43.

Randolph C. Exercise-induced bronchospasm in children. *Clin Rev Allergy Immunol.* 2008;34(2):205-216.

Sinha T, David AK. Recognition and management of exercise-induced bronchospasm. *Am Fam Physician.* 2003;67(4):769-774, 675.

Chandratilleke MG, Carson KV, Picot J, Brinn MP, Esterman AJ, Smith BJ. Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;5:CD001116.

Avallone KM, McLeish AC. Asthma and aerobic exercise: a review of the empirical literature. *J Asthma.* 2013;50:109-116.

Westermann H, Choi TN, Briggs WM, Charlson ME, Mancuso CA. Obesity and exercise habits of asthmatic patients. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2008;101:488-494.

Eichenberger PA, Diener SN, Kofmehl R, Spengler CM. Effects of exercise training on airway hyperreactivity in asthma: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2013;43:1157-1170.

Parsons JP, Hallstrand TS, Mastrorarde JG, et al; American Thoracic Society Subcommittee on Exercise-induced Bronchoconstriction. An official American Thoracic Society clinical practice guideline: exercise-induced bronchoconstriction. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;187:1016-1027.

Krafczyk MA, Asplund CA. Exercise-induced bronchoconstriction: diagnosis and management. *Am Fam Physician.* 2011;84:427-434.

Global Initiative for Asthma (GINA). Global strategy for asthma management and prevention. <http://www.ginasthma.org/documents/1/Pocket-Guide-for-Asthma-Management-and-Prevention> April 2015.

Craig TJ, Dispenza MC. Benefits of exercise in asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2013;110:133-140.

Martínez-Moragón E, Serra-Batlles J, De Diego A, Palop M, Casan P, Rubio-Terrés C, Pellicer, C. Coste económico del paciente asmático en España. *Arch Bronconeumol.* 2009;45(10):481-486.

Martí E, Valero A, de la Hoz B, Dordal T, Enrique E, Quiralte J, Vidal C. Alergias respiratorias 2020. *Euromedice* 2012. P 37.

Artículo 2

Altareki, N; Drust, B.; Atkinson, G.; & others. (2008). Effects of environmental heat stress (35°C) with simulated air movement on the thermoregulatory responses during a 4 km. cycling time trial.

Anton, M; Izquierdo, M.; others. (2006). Flat and uphill climb time trial performance prediction in elite amateur cyclists.

Armstrong, L.; Maresh, L.; Gabaree, C. (1997). Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration and water intake.

Arngrimsson, S. col. (2003). Cooling vest worn during active warm-up improves 5 km. run performance in the heat.

Atkinson, G. & Todd, C. (2004). Diurnal variation in cycling performance, influence of warm-up.

Bardis, K.; Atkinson, G. (2008). Effect of time of day on power output and thermoregulation responses during cycling.

Bardis, C; Kavouras, S.; & others. (2013). Mild dehydration and cycling performance during 5 km. Hill climbing.

Burdon, C.; Hoon, M.; & others. (2013). The effect of ice slushy ingestion and mouthwash on thermoregulation and endurance performance in the heat.

Burdon, C.; O'Connor, H. & others. (2010). Influence of Beverage Temperature on Exercise Performance in the Heat: A Systematic Review.

Casa, D. (2007). Validity of devices that assess body temperature during outdoor exercise in the heat.

Castle, P. (2011). Heat acclimation improves intermittent sprinting in the heat but additional pre-cooling offers no further ergogenic effect.

Cherbuin, N. & Brinkman, C. (2007). Sensitivity of functional tympanic membrane thermometry as an index of hemispheric activation in cognition.

Douglas, J. (2007). Validity of devices that assess body temperature.

Douglas, J.; Stearns, R. others. (2010). Influence of hydration on physiological function and performance during trail running in the heat.

Ebert, R. & o. (2007). Influence of hydration status on thermoregulation and cycling hill climbing.

Gagnon, D.; Lemire, B.; Jay, O.; Kenny, G. (2010). Aural canal, esophageal, and rectal temperatures during exertional heat stress and the subsequent recovery period.



- Gasim G., Musa I., Abdien M., and Adam I. (2013).** Accuracy of tympanic temperature measurement using an infrared tympanic membrane thermometer.
- Gonzalez-Alonso, J.; Calbet, J.A.; Nielsen, B. (1999).** Metabolic and thermodynamic responses to dehydration-induced reductions in muscle blood flow in exercising human.
- Gonzalez-Alonso, J.; Calbet, J.A.; Nielsen, B. (1998).** Muscle blood flow is reduced with dehydration.
- González-Alonso, J. & Calbet, J.A. (2003).** Reductions in Systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans.
- Gonzalez-Alonso, J. & Coyle. (1998).** Efectos fisiológicos de la deshidratación ¿Por qué los deportistas deben ingerir líquidos durante el ejercicio en el calor?
- Gonzalez-Alonso, J., others. (1999).** Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat.
- Hagobian, T. (2005).** Effects of heat removal through the hand on metabolism and performance during cycling exercise in the heat.
- Halson, S., Quod, M., Martin, D. (2008).** Physiological responses to cold water immersion following cycling in the heat.
- Hamouti, N. Fernandez-Elias, V. Mora, R. (2012).** Ingestion of sodium plus water improves cardiovascular function and performance during dehydrating cycling in the heat.
- Hasegawa, H., Takatori, T., & others. (2005).** Wearing a cooling jacket during exercise reduces thermal strain and improves endurance exercise performance in a warm environment.
- Helton, W. & Carter, J. (2011).** The effect of investigator gender on lateral tympanic membrane temperature.
- Hillman, A., Vince, R. & others. (2011).** Exercise induced dehydration with and without environmental heat stress results in increased oxidative stress.
- Huggins, R.; Glaviano, N.; others (2012).** Comparison of rectal and aural core body temperature thermometry in hyperthermic, exercising individuals: a meta-analysis.
- Impellizzeri, F. & o. (2007).** Level ground and uphill cycling ability in elite female mountain bikers and road cyclists.
- Kavouras, S., Bardis, C. (2012).** Mild hypohydration decreases cycling performance in the heat.
- Kenefick, R., Chevront, S., others. (2010).** Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance.
- Laursen, P. & Suriano, R. (2006).** Core temperature and hydration status during an Ironman triathlon.
- Levels, K.; others. (2012).** The effect of skin temperature on performance during a 7,5 km. cycling time trial.
- Levels, K., Teunissen, L. & others (2013).** Effect of Warm-Up and Precooling on Pacing During a 15-km Cycling Time Trial in the Heat.
- Lee, J.; & Others. (2010).** Differences in rectal temperatures measured at depths of 4–19 cm from the anal sphincter during exercise and rest.
- Linderman, J.; Demchck, T. & o. (2003).** Ultra-endurance cycling: A field study of human performance during a 12 h. mtb race.
- Lucía, A. & Joyos, H. (2000).** Physiological response to professional road cycling: climbers vs. Time trialists.
- Maughan, R. (1985).** Rectal temperature after marathon running.
- Mazerrolle, S.; Yeargin, S; Casa, T; Casa, D. (2009).** Heat and hydration curriculum issues: part 3 of 4- rectal thermometry.
- Megan, L. (2012).** Practical precooling strategies and cycling time trial performance.
- Mora, R. & others. (2010).** Aerobically trained individuals have greater increases in rectal temperature than untrained ones during exercise in the heat at similar relative intensities.
- Morris, C.; Atkinson, G. (2009).** Human core temperature responses during exercise and subsequent recovery: an important interaction between diurnal variation and measurement site.
- Muñoz, C.; Carney, K; & others (2012).** Effects of oral rehydration and external cooling on physiology, perception, and performance in hot, dry climates.
- Nybo, L. (2010).** Cycling in the heat: performance perspectives and cerebral challenges.
- Padilla, S.; Mujika, I; others. (2007).** Exercise intensity and load during uphill cycling in professional 3 week races.
- Peiffer, J., Abbiss, C. (2010).** Effect of a 5 min. Cold water immersion recovery.
- Pitsiladis, P.; Strachan, A.T.; Davidson, I.; Maughan, R. (2002).** Hyperlactaemia during prolonged exercise in the heat: evidence for a centrally mediated component of fatigue in trained cyclists.
- Quod, M., Martin, D. and Laursen P. (2006).** Cooling Athletes before Competition in the Heat Comparison of Techniques and Practical Considerations.
- Quod, M., Martin, D., Laursen, P., others. (2008).** Practical pre-cooling: effect on cycling time trial performance in warm condition.
- Rebecca M. Lopez; Michelle A. Cleary; Leon C. Jones; Ron E. Zuri, MS. (2013).** Thermoregulatory Influence of a Cooling Vest on Hyperthermic Athletes.
- Ross, M., Abbiss C., Laursen, P., Martin D., Burke L. (2013).** Precooling methods and their effects on athletic performance a systematic review and practical applications
- Ross, M., Jeacocke, N., Laursen, P., Martin, D., Abbiss, C., and Burke, L. (2012).** Effects of lowering body temperature via hyperhydration, with and without glycerol ingestion and practical precooling on cycling time trial performance in hot and humid conditions.
- Ross, M. (2012).** Practical precooling strategies and cycling time trial performance.
- Rowell, L. (1974).** Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress.
- Saunders, A & others (2005).** The effect of different air velocities on heat storage and body temperature in humans cycling in a hot, humid environment.
- Stevens, C.J. (2013).** Ice slurry ingestion during cycling improves Olympic distance triathlon performance in the heat.
- Terrados, N., Master ARD Coe (2011).** El entrenamiento en condiciones especiales: termorregulación y altitud.
- Uckert, S.; Joch, W. (2007).** Effect of warm up and pre-cooling on endurance performance in the heat.
- Webborn, N.; Price, M. (2008).** Cooling strategies improve intermittent sprint performance in the heat of athletes with tetraplegia.
- Yamazaki, F. (2013).** Effectiveness of exercise heat acclimation for preventing heat illness in the workplace.

Artículo 3

Rojas L, Aizman A, Arab JP, Utili F, Andresen M. Reanimación cardiopulmonar básica: conocimiento teórico, desempeño práctico y efectividad de las maniobras en médicos generales. Rev Med Chile. 2012 [Internet]. 2012; 140: 73-77.

Fernández Martínez A, Porcel Galvez AM. Emergencias sanitarias en centros deportivos y educativos andaluces [Internet]*. 3ª edición. Málaga: Junta de Andalucía; 2011.

Bossaert L. Perspectiva sobre las guías de reanimación de 2010 del European Resuscitation Council: la necesidad de hacerlo mejor. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2011; 64 (6): 445 – 450.



López-Messa JB, Herrero-Ansola P, Pérez Vela JL, Martín Hernández H. Novedades en soporte vital básico y desfibrilación externa semiautomática. *Med Intensiva* [Internet]. 2011; 35 (5): 299 – 306.

Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar. Recomendaciones del Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar sobre la instalación, autorización y formación para el uso del desfibrilador externo automático fuera del ámbito sanitario [Internet]. Madrid: CERP; 2012.

Perales Rodríguez de Viguri et al. La desfibrilación temprana: conclusiones y recomendaciones del I Foro de Expertos en Desfibrilación Semiautomática. *Med Intensiva* [Internet]. 2003; 27 (7): 488-494.

Perales Rodríguez de Viguri N, Pérez Vela JL, Pérez Castaño C. Respuesta comunitaria a la muerte súbita: resucitación cardiopulmonar con desfibrilación temprana. *Rev Esp Cardiol Supl* [Internet]; 2010; 10: 21-31.

Grupo de Bioética de la SEMICYUC. Ética de las decisiones en resucitación cardiopulmonar. *Med Intensiva* [Internet]. 2010; 34 (8): 534-549.

Martín – Hernández H, López – Messa JB, Pérez Vela JL, Herrero – Ansola P. Recomendaciones ILCOR 2010. El proceso de evaluación de la evidencia en resucitación. *Med Intensiva* [Internet]. 2011; 35(4): 249-255.

Nolan J. et al. Grupo de Redacción de las Guías del ERC. Guías para la Resucitación 2010 del Consejo Europeo de Resucitación. Sección 1. Resumen Ejecutivo.

Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar. Plan Nacional de RCP [Internet]. Madrid: Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar; 2012.

López-Messa JB, Martín-Hernández H, Pérez Vela JL, Molina-Latorre R, Herrero-Ansola P. Novedades en métodos formativos en resucitación. *Med Intensiva* [Internet] 2011; 35 (7): 433-441.

Real Decreto por el que se establecen las condiciones y requisitos mínimos de seguridad y calidad en la utilización de desfibriladores automáticos y semiautomáticos externos fuera del ámbito sanitario (BOE, 80, 02/04/2009).

Lloyd-Jones D et al. Heart Disease and Stroke Statics-2010 Update: A report from the American Heart Association. *Circulation* [Internet]. 2010; 121: 46-215.

Handley JA, Monsieurs G, Bossaert L. European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Basic Life Support. *Resuscitation* [Internet]. 2001; 48: 199 -205.

Boraita A. Muerte súbita y deporte ¿Hay alguna manera de prevenirla en los deportistas? *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2002; 55(4): 333-336.

García Ferrando M, Llopis Goig R. Encuesta sobre los hábitos deportivos en España [Internet]. Valencia: Consejo Superior de Deportes; 2010.

Gallardo Guerrero L. Censo Nacional de Instalaciones Deportivas 2005 España. Consejo Superior de Deportes, Ministerio de Educación y Ciencia: Madrid; 2007.

Vázquez Calleja S, García Tascón M. Instalaciones Deportivas del Principado de Asturias Censo Nacional de Instalaciones Deportivas [Internet]. Madrid: Consejo Superior de Deportes del Principado de Asturias; 2006.

Fernández Gallego V, Sorribes del Castillo J, Manrique Martínez I. Normativa sobre formación y utilización de desfibriladores semiautomáticos por personal no sanitario en España. *Emergencias* [Internet]. 2009; 21: 53 – 61.

Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar. Recomendaciones 2005 en Resucitación Cardiopulmonar [Internet]. European Resuscitation Council; 2005.

Reglamento Técnico – Sanitario de las piscinas de uso colectivo (BOPA, 277, 11/11/2009).

Subdirección General de Estadística y Estudios. Anuario de Estadísticas Deportivas 2013 [Internet]. Madrid: Subdirección General de Estadística y Estudios del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; 2013.

INE [Internet]. Madrid: Instituto Nacional de Estadística. Padrón: Población por municipios [3 pantallas].

IDEPA [Internet]. Oviedo: Gobierno del Principado de Asturias. Flash Comarcal [4 pantallas].

Ayuntamiento de Avilés [Internet]. Avilés: Ayuntamiento de Avilés. Instalaciones deportivas municipales [3 pantallas].

Decreto 24/2006 de 15 de marzo, por el que se regula la formación y utilización de desfibriladores externos semiautomáticos por personal no médico (BOPA, 81, 7/04/2006).

Artículo 4

Adam, M. y Mahaudens, PH. (1996). Rééducation posturale dans leau pour l'scolioses idiopathiques. *Annales de Kinésithérapie* 23,2,73-80

Alberton CL, Cadore EL, Pinto SS, Tartaruga MP. Da Silva EM, Martins Krue L F. Cardiorespiratory neuromuscular and kinematic responses to stationary running performed in water and on dry land. *Eur J Appl Physiol*, 2011;111:1157-1166

Becker BE. Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PmR*, 2009;1: 859-872

De Souza A, Pinto S, Kanitz, Rodriguez B, Alberton C, da Silva E, Maryins L. Physiological comparisons between aquatic resistance training protocols with and without equipment. *J Strength Cond Res*, 2014;28:716

Voos, Ionta y Meyers. Facilitación Neuromuscular Propioceptiva. (2004)

Hauptenthal A, Ruschel C, Hubert M, Fontana H, Roesler H. Loading forces in shallow water running at two levels of immersion. *J Rehab Med*, 2010; 42:664-669

J.M PAZOS ROSALES-A GONZALEZ REPRESASA. Técnicas de Hidrocinesterapia, Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología. Septiembre 2002.24-Mong.2p.34-42.

Lloret, M. y Violán, M. (1991). Actividades acuáticas y Salud. En *actas del 2º Congreso de Actividades Acuáticas* (pp.29-50). Barcelona: SEAE

M. Martínez Morillo -JM] PASTOR VEGA. Manual de Medicina Física. Editorial Harcourt Brace.

Mc.Millan J. The role of water in rehabilitation. *Fysioterapeuten* 1977;45:43-6,87-90,236-40

Meredith –Jones K, Waters D, Legge M, Jones L. Upright water-based exercise to improve cardiovascular and metabolic health: A qualitative review. *Complement The Med*, 2011;19:93-103

Moreno, J.A. y Rodriguez, P.L (1996). Diseño de programas de salud en actividades acuáticas. En F. Santonja e I. Martínez (Eds.), *Deporte y Salud: Natación y Vela* (pp.121-133). Murcia: Universidad de Murcia.

Pinto SS, Cadore EL, Alberton CL, Silva EM, Kanitz AC, Tartaruga MP, Krue L F. Cardiorespiratory and neuromuscular responses during water aerobic exercise performed with and without equipment. *Int J Sport Med*, 2011;32:916-923

Stanley J, Buchheit M, Peak JM. The effect of post-exercise hydrotherapy on subsequent exercise performance and heart rate variability. *Eur J Appl Physiology* (2012) 112:951-961

Artículo 5

Bianco, A., & Palma, A. (2012). Ketogenic diet does not affect strength performance in elite artistic gymnasts. *Journal of International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 34. doi:10.1186/1550-2783-9-34

Burke, L. M., Hawley, J. A., Angus, D. J., Cox, G. R., Clark, S. A., Cummings, N. K., ... Hargreaves, M. (2002). Adaptations to short-term high-fat diet persist during exercise despite high carbohydrate availability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 83-91. doi:10.1097/00005768-200201000-00014



- Burke, L. M., Hawley, J. A., Angus, D. J., Cox, G. R., Clark, S. A., Cummings, N. K., ...Hargreaves, M. (2002). Adaptations to short-term high-fat diet persist during exercise despite high carbohydrate availability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 83–91. doi:10.1097/00005768-200201000-00014
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Schabert, E. J., St Clair Gibson, A., Mujika, I., & Noakes, T. D. (2000). Carbohydrate loading failed to improve 100-km cycling performance in a placebo- controlled trial. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1284–1290.
- Cahill G Jr, Felig P, Owen O, Wahren J: Metabolic adaptation to prolonged starvation in man. *Nordisk Med* 1970, 83(3):89.
- Cahill GF Jr: Fuel metabolism in starvation. *Annu Rev Nutr* 2006, 26:1–22.
- Christensen, E. H., & Hansen, O. (1939). *Arbeitsfähigkeit und Ernährung*. *Skandinavisches Archiv Für Physiologie*, 81, 160–171. doi:10.1111/j.1748-1716.1939.tb01320.x
- Dietary goals for the United States. Prepared by the staff of the select comite on nutrition and human needs United State Senate. Washington, 1977.
- Dietary goals for the United States. Prepared by the staff of the select comite on nutrition and human needs United State Senate. Washington, 1977.
- doi:10.1172/JCI105650
- Fukao T, Lopaschuk GD, Mitchell GA: Pathways and control of ketone body metabolism: on the fringe of lipid biochemistry. *Prostag Leukotr Essent Fatty Acids* 2004, 70(3):243–251.
- Garber AJ, Menzel PH, Boden G, Owen OE. 1974. Hepatic ketogenesis and gluconeogenesis in humans. *J. Clin. Invest.* 54:981–89.
- Keys A. Seven countries: A multivariate analysis of death and coronary heart disease. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1980.
- Martin Ariel Milmaniene, (2010) The origin of low-fat diet. The fallacy of the lipidic hypothesis. ISSN 1667-8982 - *Salud(i) Ciencia* 17(8):760-763, septiembre 2010
- McClellan, W. S., & Dubois, E.F. (1930). *Clinical calorimetry*. XLV: Prolonged meat diets with a study of kidney function and cetosis. *The Journal of Biological Chemistry*, 87, 651–668. McCue MD: Starvation physiology: reviewing the different strategies animals use to survive a common challenge. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 2010, 156(1):1–18.
- Noakes, T. D. (2002). *Lore of running* (4th ed.). Champaign, IL: Human kinetics.
- Jeff S. Volek, Timothy Noakes & Stephen D. Phinney (2014): Rethinking fat as a fuel for endurance exercise, *European Journal of Sport Science*, DOI: 10.1080/17461391.2014.959564
- Orr, J. B., & Gilks, J. L. (1931). *The physique and health of two African tribes*. London: His Majesty's Stationary office.
- Owen OE, Morgan AP, Kemp HG, Sullivan JM, Herrera MG, Cahill GF: Brain metabolism during fasting. *J Clin Invest* 1967, 46(10):1589.
- Owen OE. 2005. Ketone bodies as a fuel for the brain during starvation. *Biochem. Mol. Biol. Educ.* 33:246–51
- Owen, O. E., Morgan, A. P., Kemp, H.G., Sullivan, J. M., Herrera, M. G., & Cahill G. F. Jr. (1967). Brain metabolism during fasting. *Journal of Clinical Investigation*, 46, 1589–1595.
- Paoli, A., Grimaldi, K., D'Agostino, D., Cenci, L., Moro, T., Phinney, S. D., Bistran, B. R., Evans, W. J., Gervino, E., & Blackburn, G. L. (1983). The human metabolic response to chronic cetosis without caloric restriction: Preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metabolism*, 32, 769–776. doi:10.1016/0026-0495(83)90106-3
- Phinney, S. D., Bistran, B. R., Wolfe, R. R., & Blackburn, G. L. (1983). The human metabolic response to chronic cetosis without caloric restriction: Physical and biochemical adaptation. *Metabolism*, 32, 757–768. doi:10.1016/0026-0495(83)90105-1
- Phinney, S. D., Horton, E. S., Sims, E. A. H., Hanson, J. S., & Danforth, E., Jr. (1980). Capacity for Moderate Exercise in Obese Subjects after Adaptation to a Hypocaloric, Ketogenic Diet. *Journal of Clinical Investigation*, 66, 1152–1161. doi:10.1172/JCI109945
- Physiology, Section I. *Neurophysiology*, Waverly Press, Baltimore, 1959, p. 1843. 6. REINMUTH, O. M.,
- Rae's Arctic Correspondence 1844–1855. (1953). London: Hudson's Bay Record Society.
- Report of the DGAC on the Dietary Guidelines for Americans, 2010. Retrieved from <http://www.health.gov/dietaryguidelines/2010.asp>
- Robinson AM, Williamson DH: Physiological roles of ketone bodies as
- Rosch PJ. Cholesterol does not cause coronary heart disease in contrast to stress. *Scandinavian Cardiovascular Journal* 1-6, 2008.
- Rowlands, D. S., & Hopkins, W. G. (2002). Effects of high-fat and high-carbohydrate diets on metabolism and performance in cycling. *Metabolism*, 51, 678–690. doi:10.1053/meta.2002.32723
- Ruth, M. R., Port, A. M., Shah, M., Bourland, A. C., Istfan, N. W., Nelson, K. P., ... Apovian, C. M. (2013). Consuming a hypocaloric high fat low carbohydrate diet for 12 weeks lowers C-reactive protein, and raises serum adiponectin and high density lipoprotein-cholesterol in obese subjects. *Metabolism*, 62, 1779–1787. doi:10.1016/j.metabol.2013.07.006
- SCHENBERG, P. AND BOURNE, B.: Total cerebral blood flow and metabolism. *Arch. Neurology* 12: 49, 1965.
- Seshadri, P., Iqbal, N., Stern, L., Williams, M., Chicano, K. L., Daily, D. A., ... Samaha, F. F. (2004). A randomized study comparing the effects of a low-carbohydrate diet and a conventional diet on lipoprotein subfractions and C-reactive protein levels in patients with severe obesity. *American Journal of Medicine*, 117, 398–405. doi:10.1016/j.amjmed.2004.04.009
- SKOLOFF, L.: Metabolism of the central nervous system in vivo, in *Handbook of*
- Substrates and signals in mammalian tissues. *Physiol Rev* 1980, 60(1):143–87.
- Taubes G. *Good calories, bad calories*. Anchor Books, Nueva York, 2008.
- Yerushalmy J, Hilleboe HE. Fat in the diet and mortality from heart disease. A methodologic note. *NY State J Med*. 1957; 57: 2343 – 2354
- Volek JS, Gómez AL, Kraemer WJ. Fasting Lipoprotein and Postprandial Triacylglycerol Responses to a Low-Carbohydrate Diet Supplemented With N-3 Fatty Acids. *J Am Col Nutr*. 2000; 19: 383-91.
- Campos H, Dreon DM, Krauss RM. Associations of hepatic and lipoprotein lipase activities with changes in dietary composition and low-density lipoprotein subclasses. *J Lipid Res*. 1995; 36: 462-472.
- Sharman MJ, Gomez AL, Kraemer WJ, Volek JS. Very low-carbohydrate and low-fat diets affect fasting lipids and postprandial lipemia differently in overweight men. *J Nutr*. 2004; 134: 880-85.
- Westman EC, Yancy WS Jr, Olsen MK, Dudley T, Guyton JR. Effect of a low-carbohydrate, ketogenic diet program compared to a low-fat diet on fasting lipoprotein subclasses. *Int J Cardiol*. 2006; 110:212-16.
- Willi SM, Oexmann MJ, Wright NM, Collup NA, Key LL Jr. The effects of a high-protein, low-fat, ketogenic diet on adolescents with morbid obesity: body composition, blood chemistries and sleep abnormalities. *Pediatrics*. 1998;101:61-67.
- Westman EC, Yancy WS, Edman JS, Tomlin KF, Perkins CE. Effect of 6-month adherence to a very low carbohydrate diet program. *Am J Med*. 2002; 113: 30-36
- Brehm BJ, Daniels SR, D'Alessio DA. A Randomized Trial Comparing a Very Low Carbohydrate Diet and a Calorie-Restricted Low Fat Diet on Body Weight and Cardiovascular Risk Factors in Healthy Women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003; 88: 1617-23.



Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, McCucken BG, Brill C, Mohammed BS, et al. A Randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *N Engl J Med.* 2003; 348: 2082-90.

Stern L, Iqbal N, Seshadri P, Chicano KL, Daily DA, McGrory J, et al. The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: One-year follow-up of a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2004; 140:778-85.

Nobels F, van Gaal L, de Leeuw I. Weight Reduction With a High Protein, Low Carbohydrate, Caloric Restricted Diet: Effects on Blood Pressure, Glucose and Insulin Levels. *The Netherlands Journal of Medicine.* 1989; 35: 295-302.

Kopp W. Pathogenesis and etiology of essential hypertension: role of dietary carbohydrate. *Med Hypotheses.* 2005; 64:782-87

Dashti HM, Bo-Abbas YY, Asfar SK, Mathew TC, Hussein T, Behbahani A, et al. Ketogenic Diet Modifies the Risk Factors of Heart Disease in Obese Patients. *Nutrition.* 2003; 19: 901-02.

Pérez-Guisado Rosa, Joaquín. 2014. Las dietas cetogénicas: potenciales efectos saludables de la dieta cetogénica mediterránea española. Tesis doctoral.

Dashti HM, Mathew TC, Khadada M, Al-Mousawi M, Talib H, Asfar SK, et al. Beneficial effects of ketogenic diet in obese diabetic subjects. *Mol Cell Biochem.* 2007; 302:249-56

Gannon MC, Nuttall FQ. Effect of a high-protein, low-carbohydrate diet on blood glucose control in people with type 2 diabetes. *Diabetes.* 2004; 53: 2375-82.

Boden G, Sargrad K, Homko C, Mozzioli M, Stein TP, et al. Effect of a low-carbohydrate diet on appetite, blood glucose levels, and insulin resistance in obese patients with type 2 diabetes. *Ann Intern Med.* 2005; 142: 403-11.

Nuttall FQ, Gannon MC. The metabolic response to a high-protein, low-carbohydrate diet in men with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism.* 2006; 55:243-51.

Dashti HM, Mathew TC, Khadada M, Al-Mousawi M, Talib H, Asfar SK, et al. Beneficial effects of ketogenic diet in obese diabetic subjects. *Mol Cell Biochem.* 2007; 302:249-56.

Dashti HM, Al-Zaid NS, Mathew TC, Al-Mousawi M, Talib H, Asfar SK, et al. Long term effects of ketogenic diet in obese subjects with high cholesterol level. *Mol Cell Biochem.* 2006; 286:1-9.

Brehm BJ, Daniels SR, D'Alessio DA. A Randomized Trial Comparing a Very Low Carbohydrate Diet and a Calorie-Restricted Low Fat Diet on Body Weight and Cardiovascular Risk Factors in Healthy Women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003; 88: 1617-23

Nobels F, van Gaal L, de Leeuw I. Weight Reduction With a High Protein, Low Carbohydrate, Caloric Restricted Diet: Effects on Blood Pressure, Glucose and Insulin Levels. *The Netherlands Journal of Medicine.* 1989; 35: 295-302.

Yancy WS, Foy M, Chalecki AM, Vernon MC, Westman EC. A low-carbohydrate, ketogenic diet to treat type 2 diabetes. *Nutr Metab.* 2005; 2:34.

Mozaffarian D, Rimm EB, Herrington DM. Dietary fats, carbohydrate, and progression of coronary atherosclerosis in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80: 1175-84.

Zhou W, Mukherjee P, Kiebish MA, Markis WT, Mantis JG, Seyfried TN. The calorically restricted ketogenic diet, an effective alternative therapy for malignant brain cancer. *Nutr Metab.* 2007;4:5.

Zhou W, Mukherjee P, Kiebish MA, Markis WT, Mantis JG, Seyfried TN. The calorically restricted ketogenic diet, an effective alternative therapy for malignant brain cancer. *Nutr Metab.* 2007;4:5.

Nebling LC, Miraldi F, Shurin SB, Lechner E. Effects of a keto-genic diet on tumor metabolism and nutritional status in pediatric oncology patients: two case reports. *J Am Coll Nutr.* 1995; 14: 202-08.

Sondike SB, Copperman NM, Jacobson MS. Low Carbohydrate Dieting Increases Weight Loss but not Cardiovascular Risk in Obese Adolescents: A Randomized Controlled Trial. *J Adolesc Health.* 2000; 26: 91

Phinney SD, Bistrian BR, Wolfe RR, Blackburn GL. The Human Metabolic Response to Chronic Ketosis Without Caloric Restriction: Physical and Biochemical Adaptation. *Metabolism.* 1983; 32: 757-68.

Fagan TC, Oexmann MJ. Effects of High Protein, High Carbohydrate, and High Fat Diets on Laboratory Parameters. *J Am Coll Nutr.* 1987; 6: 333-43.

Skov AR, Toubro S, Bulow J, Krabbe K, Parving HH, Astrup A. Changes in Renal Function During Weight Loss Induced by High vs Low-Protein Low-Fat Diets in Overweight Subjects. *Int J Obes.* 1999; 23: 1170-77.

Knight EL, Stampfer MJ, Hankinson SE, Spiegelman D, Curhanet GC. The Impact of Protein Intake on Renal Function Decline in Women with Normal Renal Function or Mild Renal Insufficiency. *Ann Intern Med.* 2003; 138: 460-67.

Jarrett SG, Milder JB, Liang LP, Patel M. The ketogenic diet increases mitochondrial glutathione levels. *J Neurochem.* 2008; 106:1044-51.

Hannan MT, Tucker KL, Dawson-Hughes B, Cupples LA, Felson DT, Kiel DP. Effect of Dietary Protein on Bone Loss in Elderly Men and Women: The Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res.* 2000; 15: 2504-12.

Kerstetter JE, O'Brien KO, Caseria DM, Wall DE, Insogna KL. The Impact of Dietary Protein on Calcium Absorption and Kinetic Measures of Bone Turnover in Women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90: 26-31.

Dawson-Hughes B, Harris SS, Rasmussen H, Song L, Dallal GE. Effect of Dietary Protein Supplements on Calcium Excretion in Healthy Older Men and Women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004; 89: 1169-73.

J. Carbohydrates, glucose metabolism and cancer. *Endocrinol Nutr.* 2006; 53: 252-55. Disponible: [http:// external.doyma.es/pdf/12/12v53n04a13086356pdf001.pdf](http://external.doyma.es/pdf/12/12v53n04a13086356pdf001.pdf)

TABATA, IZUMI; NISHIMURA, KOUJI; KOUZAKI, MOTOKI; HIRAI, YUUSUKE; OGITA, FUTOSHI; MIYACHI, MOTOHIKO; YAMAMOTO, KAORU Author Information Department of Physiology and Biomechanics, National Institute of Fitness and Sports, Shimomizu-cho 1, Kanoya City, Kagoshima Prefecture, 891-23 JAPAN Submitted for publication November 1994.

Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\dot{V}O_{2max}$



50

UNIDAD REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA

▶ Revistas



Nº1 _____

- ▶ EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD DE LOS ADULTOS
Nicolás Terrados Cepeda / Javier Pérez-Landaluce
Benjamín Fernández García
- ▶ NUEVOS ASPECTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO
Y DE LA FATIGA EN DEPORTES DE LARGA DURACIÓN
Nicolás Terrados Cepeda / Javier Pérez-Landaluce
Benjamín Fernández García

Nº2 _____

- ▶ EJERCICIO FÍSICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. LA FUERZA
Javier Pérez-Landaluce / Raquel Ortolano Ríos
Benjamín Fernández García / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ RESPUESTAS Y ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL EJERCICIO
DE ALTA INTENSIDAD: APLICACIONES AL ENTRENAMIENTO
Benjamín Fernández García / Javier Pérez-Landaluce
Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ ANTIOXIDANTES Y DEPORTE
Dr. Juan Carlos Bango Melcón

Nº3 _____

- ▶ LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EDAD ESCOLAR. SU RELACIÓN CON LA SALUD
Javier Rodríguez Ordax / Sara Márquez Rosa
Serafín de Abajo Olea / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ CICLO MENSTRUAL Y DEPORTE
María Luisa Ruiz Fernández / Luis María Gutiérrez Glez.
- ▶ EJERCICIO FÍSICO DURANTE EL EMBARAZO
María Esther Álvarez Cueto

Nº4 _____

- ▶ MEDICINA DEPORTIVA APLICADA A DEPORTES DE EQUIPO (BALONCESTO)
Antonio Tramullas
- ▶ EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL FÚTBOL MODERNO
Ricardo Rodríguez Suárez
- ▶ NUTRICIÓN Y FÚTBOL: NECESIDADES NUTRICIONALES
Y PRÁCTICAS DIETÉTICAS RECOMENDADAS
Eduardo Iglesias / Ángeles M Patterson
- ▶ NOVEDADES EN GENÉTICA Y EJERCICIO
Raquel Ortolano Ríos / Nicolás Terrados Cepeda

Nº5 _____

- ▶ EL ESQUÍ ALPINO. ACONDICIONAMIENTO FÍSICO PREVIO AL INICIO
DE LA TEMPORADA
Javier Pérez-Landaluce López
- ▶ ACTUALIZACIONES SOBRE LA ACIDOSIS LÁCTICA
Y EL ENTRENAMIENTO AERÓBICO
Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ OBESIDAD Y EJERCICIO. METABOLISMO DE LA GRASA DURANTE EL EJERCICIO
Nicolás Terrados Cepeda

Nº6 _____

- ▶ CARGAS DE TRABAJO SALUDABLES EN EL DEPORTE
Y APLICACIÓN DE LA GENÉTICA
María Ramos Bueno / Tania Fernández González
Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL TENIS DE COMPETICIÓN
Jaime Fernández Fernández / Alberto Méndez Villanueva
Babette Pluim / Nicolás Terrados Cepeda

Nº7 _____

- ▶ IMPORTANCIA DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA PREVENCIÓN
Y TRATAMIENTO DE CIERTAS PATOLOGÍAS
Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ METABOLISMO DEL BALONCESTO
Nicolás Terrados Cepeda / Enrique Salinas
Julio Calleja
- ▶ AYUDAS ERGOGÉNICAS NATURALES EN LA SALUD Y EL RENDIMIENTO
DEPORTIVO. UTILIZACIÓN DE SUBSTANCIAS TAMPÓN PARA MEJORAR
EL RENDIMIENTO DEPORTIVO
Manuel Rodríguez Alonso
- ▶ PAPEL DE LA FISIOTERAPIA EN LA RECUPERACIÓN DEL DEPORTISTA
Tania Fernández González

Nº8 _____

- ▶ NIÑOS, EJERCICIO, OBESIDAD Y ESTILO DE VIDA.
Javier Pérez Landaluce
- ▶ ANEMIAS NUTRICIONALES
Xabier Leibar
- ▶ EL EJERCICIO FÍSICO COMO FUENTE DE SALUD EN EL
NIÑO Y EL ADULTO.
Nicolás Terrados Cepeda





Nº9

- ▶ ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN ESCOLARES DE MEDIO URBANO.
Hernández L. A. / Ferrando J. A. / Quílez J. Aragonés M. / Terreros J. L.
- ▶ NUEVOS EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO Y DEL ENTRENAMIENTO EN LOS FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EMERGENTES.
Gracia Valcárcel Piedra / Nicolás Terrados Cepeda Rafael Venta Obaya
- ▶ ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE ÉXITO ASOCIADOS AL ENTRENAMIENTO DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN EL BALONCESTO MODERNO.
Julio Calleja-González / Argia Langarika Rokafort Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ EL CORE. LA ESTABILIDAD LUMBOPÉLVICA EN EL DEPORTISTA.
Belén Fernández Alonso

Nº10

- ▶ INTRODUCCIÓN AL ENTRENAMIENTO EN CICLISMO.
Yago Alcalde.
- ▶ ACTUALIZACIÓN SOBRE LOS BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD.
Nicolás Terrados Cepeda.
- ▶ CONSIDERACIONES PARA EL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN ALTURA EXTREMA Y PERFIL DEL DEPORTISTA.
Gaizca Mejuto.

Nº11

- ▶ EXIGENCIA EN BALONCESTO: CARGA EXTERNA E INTERNA.
Xavi Schelling i del Alcázar
- ▶ DEMANDA FÍSICA DEL BADMINTON EN CATEGORÍA JUNIOR.
Francisco Félix Álvarez Dacal
- ▶ BASES COMUNES PARA LA RECUPERACIÓN DEL JUGADOR EN DEPORTES DE EQUIPO.
Nicolás Terrados Cepeda / Julio Calleja-González
- ▶ REFLEXIONES DESPUÉS DE LOS JUEGOS OLÍMPICOS DE LONDRES 2012.
Nicolás Terrados Cepeda / Julio Calleja-González Xabier Leibar Mendarte

Nº12

- ▶ APLICACIÓN DE LA CUANTIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CARGA EN EL FÚTBOL, PARA LA RECUPERACIÓN DEL FUTBOLISTA
Ramón Moré García / Álvaro Vázquez García
- ▶ ACTUALIZACIÓN SOBRE EL METABOLISMO ANAERÓBICO
Nicolás Terrados Cepeda Francisco Sánchez Sotomayor
- ▶ EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3 EN LA RECUPERACIÓN MUSCULAR
Juan Martínez Fernández

Nº13

- ▶ PLATOS Q-RING – BUSCANDO LA PEDALADA PERFECTA.
José Luis de Santosa
- ▶ EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD.
Luis Camacho Mateo
- ▶ HIDROXIMETILBUTIRATO Y SU POSIBLE APLICACIÓN DEL DEPORTE A LA SALUD.
Sergio Martínez López

Nº14

- ▶ ASMA INDUCIDA POR EL EJERCICIO. CUIDADOS DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA.
Pedro Luis del Mazo Tomé / Belén Fernández Alonso
- ▶ EFECTOS DEL CALOR AMBIENTAL EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD
Juan Andrés Jiménez Luna / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ LOS MONITORES DEPORTIVOS DE LA FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL DE AVILÉS ANTE LA PARADA CARDIACA
Coral Castro Cuervo / Tatiana Cuartas Álvarez / Rafael Castro Delgado / Pedro Arcos González
- ▶ HIDROXIMETILBUTIRATO Y SU POSIBLE APLICACIÓN DEL DEPORTE A LA SALUD.
Ana Amelia Menéndez Bernardo
- ▶ LAS GRASAS COMO APORTE ENERGÉTICO DURANTE EL EJERCICIO.
Alberto Mouriño Cabaleiro / Nicolás Terrados Cepeda



52

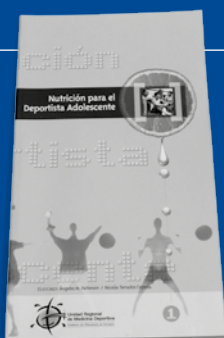
► Monografías



Nº 1 NUTRICIÓN PARA EL DEPORTISTA ADOLESCENTE

**Editores: Ángeles M. Patterson
Nicolás Terrados Cepeda**

Eduardo Iglesias
Ángeles M. Patterson
Xabier Leibar
Nicolás Terrados



- **CAP.1** NECESIDADES NUTRICIONALES Y HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LOS ADOLESCENTES. GENERALIDADES
- **CAP.2** INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN DEPORTIVA: EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL Y LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS DE FUTBOLISTAS ADOLESCENTES ASTURIANOS
- **CAP.3** ANEMIAS NUTRICIONALES
- **CAP.4** RECOMENDACIONES NUTRICIONALES Y CONSEJOS PRÁCTICOS

Nº 2 ACTUALIZACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA

Editor: Nicolás Terrados Cepeda

Benjamín Fernández García
Nicolás Terrados Cepeda
Dionisio Alonso Curiel
Juan M. del Campo Vecino
Ricardo Rodríguez Suárez
Daniel Alonso Curiel



- **CAP.1** METABOLISMO ENERGÉTICO DE LOS DEPORTES DE RESISTENCIA
- **CAP.2** ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE LARGA DURACIÓN
- **CAP.3** LA RESISTENCIA EN BALONCESTO
- **CAP.4** EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL FÚTBOL MODERNO
- **CAP.5** DE LA INICIACIÓN ATLÉTICA AL ALTO RENDIMIENTO EN LA PRUEBA DE MARATÓN: UNA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO



JAMOS SALIDA AL
deporte en Avilés

CON:



SEAPI

VISION

CORAZÓN

FUERZA

IMPULSO

APOYO



DEPORTE ASTURIANO

GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

www.asturias.es/deporteasturiano