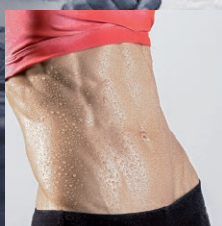
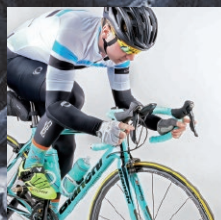




Nº 20 • MARZO 2022

DEPORTE, SALUD Y ENTRENAMIENTO



X REUNIÓN DEL
GRUPO "AVILÉS" 02

ENTRENAMIENTO
EN CALOR Y EN
HIPOXIA 06

ENTRENAMIENTO
DE FUERZA EN
CICLISMO 18

EL EJERCICIO COMO
PREVENCIÓN Y
TRATAMIENTO DE
LA OSTEOPOROSIS 28

REHABILITACIÓN
EN EL AGUA CON EL
MÉTODO BAD RAGAZ 46



GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS
CONSEJERÍA DE CULTURA,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y TURISMO



FUNDACIÓN
DEPORTIVA MUNICIPAL
Ayuntamiento de Avilés



Unidad Regional
de Medicina Deportiva
GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



Dejando Huella

Porque desde 1978 estamos poniendo nuestro empeño en afianzar el deporte en Avilés a todos los niveles, dando sus frutos tanto en el entorno social local como en el contexto nacional, contribuyendo a la salud de nuestros ciudadanos/as y promocionando la imagen de nuestra ciudad por todo el territorio español.

SUMARIO

01



Editorial. ▶	02	05
Posibles beneficios fisiológicos del entrenamiento en ambiente caluroso y del entrenamiento combinado de calor y altura moderada. ▶	06	17
Entrenamiento de fuerza aplicado al ciclismo de alto rendimiento. ▶	18	27
La actividad física en la prevención y tratamiento de la osteoporosis. ▶	28	45
Rehabilitar en el agua con el método de los anillos de Bad Ragaz (BRRM). ▶	46	53
Bibliografía. ▶	54	58

Edita: CONSEJERÍA DE CULTURA, POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y TURISMO.
DIRECCIÓN GENERAL DE DEPORTE.
Coordina: NICOLÁS TERRADOS CEPEDA.
UNIDAD REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS.
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.





Conclusiones de las X Jornadas de Trabajo del Grupo «Avilés» de Medicina del Deporte, 2021

En las X Jornadas de trabajo del “Grupo Avilés de Medicina del Deporte”, organizadas por la **Agencia Española de Protección de la Salud del Deportista (AEPSAD)** y el **Consejo Superior de Deportes**, en el Centro de Alto Rendimiento Deportivo de León (CAR León) del 5 al 7 de septiembre de 2021, y en la que han participado la gran mayoría de los responsables médicos y Directores de los Centros de Medicina de Deporte de cada una de la Comunidades autónomas, de los 4 Centros de Alto Rendimiento (CAR), de Centros de Iniciación y de Tecnificación Deportiva (CITD) así como de algunos Ayuntamientos que prestan servicios de medicina del deporte, y en la que se ha contado con la colaboración de los siguientes ilustres ponentes médicos:

- ▶ **Dr. Vicente Martín Sánchez.** *Catedrático del Área de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de León (ULE), y responsable del Sistema de Vigilancia de la ULe para la COVID19, en coordinación con Sanidad de León.*
- ▶ **Dra. Araceli Boraita Pérez.** *Especialista en Cardiología y en Medicina de la EF y del Deporte. Jefe de la Unidad de cardiología del CMD. AEPSAD. Fundadora del grupo de trabajo de cardiología del deporte de la sociedad española de cardiología y actualmente coordinadora del mismo.*
- ▶ **Dra. Rocío García García.** *Médica Adjunta de Neumología. Responsable del Laboratorio de Fisiopatología Respiratoria. Coordinadora de la Unidad de seguimiento post-COVID. Hospital Universitario 12 de Octubre (Madrid).*
- ▶ **Dra. Raquel Blasco Redondo.** *Médico especialista en Medicina Interna. Responsable de la Unidad de Medicina Interna del Centro Regional de Medicina Deportiva de la Junta de Castilla y León. Profesora de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid. Miembro del grupo de expertos COVID persistente de la SEMG. España.*
- ▶ **Dra. Diana Sanz Heras (ponente), María Santos y Blanca Palomino.** *Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid. Médico Especialista en Rehabilitación. Valoración y seguimiento de pacientes COVID tanto en ingreso en UCI como seguimiento posterior al alta.*
- ▶ **Dr. Francisco Álvarez García.** *Pediatra Centro de Salud de Llanera (Asturias). Miembro de los Comités Asesores de Vacunas del Principado de Asturias y de la Asociación Española de Pediatría.*





Conclusiones

- ▶ El Grupo de Trabajo “Avilés” resalta la importancia y relevancia de la vacunación en los deportistas, así como continuar implementando el resto de medidas preventivas contra la COVID-19.
- ▶ Se destacan los grandes efectos beneficiosos de la prescripción y programación del ejercicio físico, supervisado y controlado por personal especializado, en la rehabilitación, recuperación y readaptación de personas que han estado afectadas de la COVID-19.
- ▶ En aquellos deportistas que hayan padecido la COVID-19, se recomienda la reintroducción progresiva al ejercicio tras la correspondiente revisión médica y obtención del alta médico-deportiva.



► En lo concerniente a pruebas de esfuerzo el Grupo Avilés propone, a salvo de posteriores avances en la prevención y tratamiento de la COVID-19:

- *Las pruebas de esfuerzo se deben realizar bajo estrictos criterios de seguridad. Siempre por prescripción médica, y en todo caso cuando el beneficio supere su riesgo, tenga una evidente indicación clínica o se considere imprescindible para la evaluación médico-deportiva. En el resto de casos, y fundamentalmente para la realización de una valoración funcional del entrenamiento, se priorizará la realización de tests de campo.*
- *Las pruebas de esfuerzo se consideran, en la situación pandémica actual, de alto riesgo. Por ello, será requisito imprescindible la obtención de un resultado negativo en una prueba de infección activa (PDIA).*

En el caso de **Vacunados** con pauta completa de vacunación de más de 10 días respecto a la fecha prevista de realización, PCR con resultado negativo expedido en las 48 h anteriores a la prueba. Si no fuera posible, ante la no disponibilidad de PCR y la situación epidemiológica sea de baja transmisibilidad, el médico valorará y podrá prescribir la realización de la prueba con un test de antígeno previo negativo, que podrá complementarse con un test de anticuerpos que descarte infección.

En el caso de **NO vacunados**, o que no hayan pasado más de 10 días de completar su pauta de vacunación, sólo se podrá realizar siempre y cuando el deportista aporte el resultado negativo de una PCR expedido en las 48 h anteriores a la prueba.

- *Las pruebas de esfuerzo se realizarán por personal médico especializado, con personal sanitario y/o técnico vacunado, siguiendo los protocolos establecidos de protección del personal, equipos, y material. Se efectuarán en espacios que cumplan las medidas de seguridad y las condiciones adecuadas de ventilación y desinfección, debiendo valorar la posibilidad de instalar filtros de aire si pueden llegar a limpiar alto volúmenes expirados, y aparatos de control de CO₂.*
- El "Grupo Avilés" considera de gran interés y utilidad la inclusión del desarrollo de una "Plataforma de digitalización de los centros públicos de Medicina del Deporte" en el marco de las inversiones incluidas en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia aprobado por el Gobierno de España y la Comisión Europea.
- Los deportistas reclaman más soporte médico-deportivo oficial, incluido el psicológico, como parte de su equipo de apoyo, por lo que seguimos considerando fundamental la existencia de la especialidad de "Medicina del Deporte". Tanto para el Deporte de Alto Nivel, como para el "Deporte como fuente de Salud". Se vuelve a incidir en la importancia de implementar lo antes posible la formación de especialistas en Medicina de la Educación Física y el Deporte.



► **Andalucía.** Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Leocricia Jiménez López

► Asturias. Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Nicolás Terrados Cepeda

► **Castilla-La Mancha.** *Unidad de Valoración del Rendimiento Deportivo.* José Fernando Jiménez Díaz

► **Galicia.** Centro Galego de Tecnificación Deportiva (CGTD). Santiago Perote Suarez-Rivero

► **La Rioja.** CTD "Adarraga" (Logroño). Vicente Elías Ruiz

► CAR de Sant Cugat del Vallés (Barcelona). *Montse Bellver Vives*

► **CTD de Alicante.** *Julián Álvarez García*

► **Mahón (Consell Insular de Menorca).** *Fernando Salom Portella*

► **Fernando Gutiérrez Ortega.** Director Centro Medicina del Deporte. Departamento Deporte y Salud

► **Carmen Arnaudas Roy.** Técnico. Médico especialista. Departamento Deporte y Salud



POSIBLES BENEFICIOS FISIOLÓGICOS DEL ENTRENAMIENTO EN AMBIENTE CALUROSO Y DEL ENTRENAMIENTO COMBINADO DE CALOR Y ALTURA MODERADA

- ▶ Introducción
- ▶ Aclimatación al calor (HA)
- ▶ Entrenamiento en Calor y Entrenamiento en Altura (hipoxia); tolerancia cruzada
- ▶ Conclusiones

Introducción ◀

Iker Baztarrika Prieto



CENTRO OLÍMPICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES. MADRID

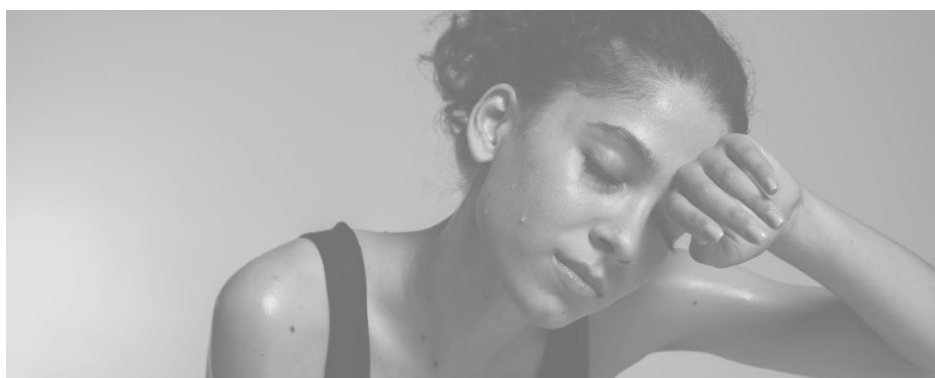
ES BIEN SABIDO QUE LA EXPOSICIÓN AGUDA A CONDICIONES AMBIENTALES CÁLIDAS Y / O HÚMEDAS DURANTE EL EJERCICIO PROLONGADO E INTENSO, DA COMO RESULTADO UN AUMENTO DE LA TEMPERATURA INTERNA DEL DEPORTISTA QUE PERJUDICA EL RENDIMIENTO AERÓBICO (GONZÁLEZ-ALONSO ET AL., 1999; PÉRIARD Y RACINAIS, 2016). ESTE DETERIORO ESTÁ RELACIONADO CON UN AUMENTO DE LA TENSIÓN CIRCULATORIA Y CARDIOVASCULAR MEDIADO POR LA TERMORREGULACIÓN QUE DISMINUYE LA CAPACIDAD AERÓBICA MÁXIMA ($VO_{2MÁX}$) (ELY ET AL., 2010; PÉRIARD ET AL., 2015) Y LA APARICIÓN DE UNA POSIBLE HIPERTERMIA A NIVEL CEREBRAL. EL EJERCICIO POR ESTRÉS POR CALOR TAMBIÉN CONDUCE A UNA MAYOR DEPENDENCIA DEL GLUCÓGENO MUSCULAR Y DEL METABOLISMO ANAERÓBICO (FEBBRAIO ET AL., 1994, 1996), LO QUE PUEDE INDUCIR EL AGOTAMIENTO DE LAS RESERVAS ENDÓGENAS DE GLUCÓGENO. ADEMÁS DE INFLUIR EN EL RENDIMIENTO, LA HIPERTERMIA AUMENTA EL RIESGO DE SUFRIR UN GOLPE DE CALOR, QUE ES UN GRAVE PELIGRO PARA LA SALUD, Y QUE PUEDE PRODUCIR LA MUERTE (LEÓN Y BOUCHAMA, 2015).

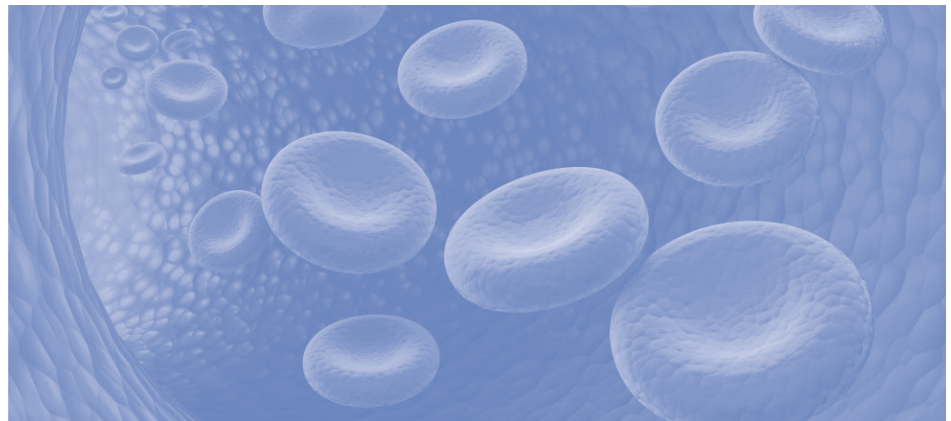


No obstante, cuando uno se expone repetidamente a condiciones elevadas de la temperatura en el cuerpo, se desarrollan adaptaciones que reducen los efectos nocivos del estrés por calor. La aclimatación al calor, tanto en entornos artificiales (laboratorio) como naturales (al aire libre), conducen a un mejor rendimiento del ejercicio aeróbico sub-máximo y máximo. También hay una mejora del confort térmico en temperaturas elevadas, (Periard et al., 2015; Sawka et al., 2011). Estos beneficios se logran a través de respuestas mejoradas de la sudoración y del flujo sanguíneo de la piel, con la expansión del volumen plasmático y la estabilidad cardiovascular, así como con una mejor tolerancia térmica (Periard et al., 2016; Tyler et al., 2016).

Por otra parte, el rendimiento aeróbico se ve afectado en la altitud, principalmente por una reducción en el suministro de oxígeno a la musculatura (hipoxia), (Chapman, 2013). A los pocos minutos de la exposición a la altitud, el inteligente diseño del cuerpo humano induce unas respuestas de aclimatación que dependen en gran medida de la altitud y de la duración de la exposición, (Fulco et al., 1998), así como de las características de respuesta individual, (Chapman et al., 1998). La adaptación a un entorno hipóxico da como resultado una variedad de respuestas fisiológicas que tienen el potencial de aumentar el rendimiento de resistencia al nivel del mar, (Saunders et al., 2009). Mientras, se da una aceleración en la producción de glóbulos rojos inducida por la altitud con el consiguiente aumento en la masa total de hemoglobina en sangre (Hb_{masa}). Este aumento suele considerarse como el mecanismo principal por el cual el entrenamiento en altitud mejora el rendimiento de resistencia, (Levine y Stray-Gundersen, 2005). Una serie de adaptaciones no hematológicas pueden ser igualmente importantes, (Gore et al., 2007), incluida la mejora de la economía de carrera (Saunders et al., 2004, 2009c) y capacidad tampón muscular, (Gore et al., 2001). De todas formas, es cada vez más complicado comprender y definir el momento exacto del rendimiento máximo después del entrenamiento en altitud, dadas las diferencias temporales existentes en cada adaptación, en lo que a su deterioro y posterior compensación se refiere.

El objetivo del estudio es revisar la bibliografía ya existente sobre la aclimatación cruzada calor/altitud y sus beneficios en el rendimiento deportivo y compararlos con los propios de la aclimatación al calor.





Aclimatación al calor (HA)



Los beneficios de una buena aclimatación a altas temperaturas parecen casi un hecho innegable. Muchos autores como Michael Sakwa, Chris Minson y Santiago Lorenzo estudiaron los beneficios que aporta la aclimatación al calor al rendimiento deportivo durante décadas. Esta tabla (**Tabla 1.**) expresa los mecanismos adaptativos del ser humano y mediante que vías las consigue:

BENEFICIOS DE ENTRENAR CON CALOR	VÍAS DE ADAPTACIÓN (CÓMO SE LOGRAN ESTOS BENEFICIOS)
▶ AUMENTO DEL VOLUMEN PLASMÁTICO. TAL COMO EN ALTURA DONDE EL AUMENTO DEL HEMATOCRITO CONLLEVA UN AUMENTO DEL VOLUMEN DEL PLASMA SANGUÍNEO, EL CALOR HACE QUE NUESTRO VOLUMEN PLASMÁTICO AUMENTE, LO QUE IMPLICA UNA MEJORA EN NUESTRA CONDICIÓN FÍSICA CARDIOVASCULAR. ▶ ESTO ÚLTIMO PRODUCE UNA BAJADA EN EL RITMO CARDIACO BASAL. ▶ DISMINUCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TRONCO. ▶ DISMINUCIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO EN SANGRE. ▶ AUMENTA LA FUERZA MUSCULAR. ▶ MEJORA DE LA VELOCIDAD DE ENTRENAMIENTO A TEMPERATURAS BAJAS.	▶ AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE SUDAR, CON LA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DEL CALOR. ▶ MAYOR FLUJO SANGUÍNEO A LA PIEL, PARA QUE EL SUDOR LA ENFRÍE AL EVAPORARSE. ▶ MAYOR POTENCIA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO GENERANDO UNA MEJORA EN LA CAPACIDAD CARDIACA AL SOSTENER LA PRESIÓN SANGUÍNEA EN ESFUERZOS SOSTENIDOS. ▶ TERMOTOLERANCIA A NIVEL CELULAR, ESTO ES, NUESTRO CUERPO SE RECUPERA MÁS RÁPIDO DEL ESTRÉS GENERADO AL ENTRENAR CON CALOR GRACIAS A UN AUMENTO EN LA SÍNTESIS DE LAS PROTEÍNAS DE SHOCK TÉRMICO (HSP). ESTAS PROTEÍNAS ACELERAN LA REPARACIÓN CELULAR PROVOCADA POR LA ISQUEMIA, TOXICIDAD MONOCÍTICA Y RADIACIÓN ULTRAVIOLETA.

TABLA 1 (LORENZO S. ET AL., 2010)



Siguiendo el hilo de las adaptaciones por calor, otro estudio que llevaron a cabo varios autores con once participantes con sobrepeso y no diabéticos, los cuales, fueron sometidos durante 10 días consecutivos a PHA (exposición pasiva al calor), concluyó que: La aclimatación al calor conduce a un uso reducido de carbohidratos como combustible durante el descanso y ejercicio con una menor dependencia de la glucosa y aumento de la oxidación de las grasas. Se podría especular si la combinación de concentraciones reducidas de FFA en plasma y colesterol, junto con una mayor oxidación de las grasas, puede conducir a una reducción en la acumulación de grasa en sitios ectópicos (hígado) a largo plazo. Es sabido que el contenido hepático es un determinante importante de la función hepática y de la sensibilidad de la insulina. (Pallubinsky H. et al.; 2020).

Una revisión elaborada por diferentes autores publicado por primera vez el 06 de Mayo de 2015 con el título *“Adaptaciones y mecanismos de adaptaciones al calor humano: aplicaciones para atletas y deportes competitivos”*, recoge varias ideas respecto a la aclimatación y exposición a altas temperaturas. Como resumen, se dice que la aclimatación al calor durante el ejercicio induce adaptaciones fisiológicas que mejoran la termorregulación, atenúan la tensión fisiológica, reducen el riesgo de enfermedades graves por calor y mejoran el rendimiento aeróbico en ambientes cálidos y potencialmente en ambientes templados. (Sawka et al., 2011, 2000).

Con la aclimatación al calor mejoran:

- ▶ 1. Confort térmico (Lemaire, 1960; Folk, 1974;).
- ▶ 2. El rendimiento del ejercicio sub-máximo y aumenta la capacidad aeróbica máxima ($VO_2\text{max}$) en calor (Lorenzo et al., 2010).
- ▶ 3. Los beneficios de la aclimatación al calor se logran mediante una mayor sudoración y respuesta del flujo sanguíneo en la piel, la expansión del volumen plasmático, un mayor equilibrio de líquidos y estabilidad cardiovascular, una tasa metabólica reducida y tolerancia térmica adquirida (Hori, 1995; Sawka et al., 1996; Horowitz, 2014;).
- ▶ 4. El umbral de sudoración se altera (Nadel et al, 1974).
- ▶ 5. Cambios en la tasa y composición de la sudoración (disminuye la cantidad de sodio y cloruro).
- ▶ 6. La mayoría de los estudios informan que en la aclimatación al calor aumenta el agua corporal total entre 2.3 litros, suponiendo un 5-7%. (Wyndham et al., 1968; Patterson et al., 2004, 2014;).



Otros de los beneficios y efectos obtenidos por la aclimatación al calor:

- ▶ Se obtiene una estabilidad cardiovascular: El primer día de ejercicio en calor la FC es mucho más alta que en condiciones templadas, y el volumen sistólico más bajo. A partir de ahí, la FC irá disminuyendo en una intensidad de actividad determinada. Ese descenso será más acusado los primeros días y más paulatino los siguientes. También se ha demostrado que tras 10 días de aclimatación al calor el volumen máximo de oxígeno y el gasto cardíaco en un $\text{VO}_{2\text{max}}$ a 13°C mejora pero no en temperaturas calientes (38°C), sin influir en la FC máxima (Lorenzo et al., 2010). Además, a corto plazo (5 días) se ha demostrado que a una intensidad moderada ($70\% \text{VO}_{2\text{max}}$) de ejercicio en calor, aumenta el volumen plasmático, el volumen sistólico y disminuye la FC.
- ▶ La respuesta de consumo de oxígeno en ejercicio sub-máximo también se reduce con la aclimatación al calor (Sawka et al., 1983), al igual que se reduce la utilización de glucógeno muscular entre 40-50% (Kirwan et al., 1987). No obstante, otros estudios avalan la idea que el efecto ahorrador del glucógeno es bastante pequeño y que solo se da en condiciones frías.
- ▶ Otro efecto que aparece es el de la reducción de la acumulación de lactato sanguíneo y muscular durante el ejercicio sub-máximo (Febbraio et al., 1994) y el aumento de la producción de energía en el umbral de lactato (Lorenzo et al., 2010).
- ▶ Parece ser también que la tolerancia térmica y la aclimatación al calor son complementarias. La tolerancia térmica se asocia con la unión de las proteínas de choque térmico (HPS), aumentando la cantidad de estas durante y después de la aclimatación al calor.
- ▶ La aclimatación al calor media en el rendimiento, en ejercicios submáximos, mejorándolo al reducir la tensión fisiológica y eliminando una variedad de otros posibles mecanismos de fatiga (Nybo et al., 2014).
- ▶ La aclimatación al calor puede proporcionar un estímulo para mejorar el rendimiento en entornos térmicamente no desafiantes a través de mejoras en $\text{VO}_{2\text{max}}$, umbral de lactato y economía de carrera (Corbett et al., 2014).



- ▶ También se ha sugerido que **la aclimatación al calor puede servir para preservar o mejorar el rendimiento en altitud** (White et al., 2015).
- ▶ Después de 7 días la reducción de la FC está completamente hecha. La mayoría de las mejoras de los procesos de enfriamiento de la piel y la temperatura central también se han producido. Los beneficios termoreguladores de la aclimatación al calor se consideran completos después de 10-14 días.
- ▶ Las exposiciones intermitentes al calor pueden ser beneficiosas en un contexto de alto rendimiento, cuando se quiere evitar unos niveles altos de fatiga y deshidratación.
- ▶ La aclimatación al calor a corto plazo parece ser suficiente para inducir adaptaciones que mejoran el rendimiento. Esto puede acentuarse más después de una tensión reguladora de fluidos en un régimen de aclimatación con deshidratación permisiva (Taylor y Cotter, 2006).
- ▶ En deportes de equipo el cambio de nivel de hematocrito después de una aclimatación óptima al calor puede ser reflejo de una buena estrategia de aclimatación (Racinais et al., 2015) y potencialmente útil para estimar el nivel de aclimatación.
- ▶ La aclimatación al calor es transitoria y desaparece gradualmente si no se mantiene una exposición continua o repetida. No hay acuerdo sobre la tasa de descomposición por aclimatación al calor.



Un estudio de Saunders et al., en 2019, sugirieron que las adaptaciones al calor se consiguen a través de cuatro vías de inducción:

- ▶ 1. Ejercicio de FC constante;
- ▶ 2. Ejercicio a su propio ritmo;
- ▶ 3. Hipertermia controlada o aclimatación isotérmica al calor;
- ▶ 4. FC controlada (intensidades relativas).





Parece ser que con unos 7 días de adaptación al calor se consiguen una fracción importante de las adaptaciones desarrolladas. Lo ideal es hacer un periodo de adaptación al calor antes de la competición de entre 10-14 días. Una óptima aclimatación puede proporcionar según Corbett et al., 2014:

- ▶ 1. Mejora del VO_2max ;
- ▶ 2. Umbral de lactato mejorado;
- ▶ 3. Economía de carrera.

Haciendo referencia a Racinais et al, (2015), concluyeron que los humanos se adaptaban más rápido al calor que a la altitud, entre 10-14 días. Weller et al. (2007), vieron que tras dejar las exposiciones al calor, los beneficios obtenidos por el entrenamiento y aclimatación por una semana se mantienen para luego decaer el 75% en tres semanas, siempre y cuando no se haga una planificación incluyendo intermitentemente sesiones en temperaturas elevadas.



En otro estudio reciente llevado a cabo por Gibson OR et al. (2019), se extrajeron varias conclusiones interesantes:

- ▶ HA brinda una oportunidad sólida para mejorar la fisiología termorreguladora y del rendimiento, junto con la percepción térmica, para los atletas que probablemente se verán afectados por el clima previsto.
- ▶ Los atletas pueden utilizar el método activo o pasivo para la HA.
- ▶ Se pueden utilizar sesiones de HA una o dos veces al día entre 30-90 min para optimizar las magnitudes de adaptación de una manera que complemente el entrenamiento.
- ▶ Los atletas deben de prepararse para el peor escenario posible, preparándose para rendir en entornos iguales o superiores a las condiciones climáticas máximas previstas, incluido el calor radiactivo (solar).





Otro estudio llevado a cabo por Willmott AGB et al. (2018) con el título traducido al español “*La aclimatación al calor una y dos veces al día confiere adaptaciones al calor; respuestas inflamatorias y mejoras en la tolerancia al ejercicio similares*”, tuvo como objetivo investigar la eficacia del calor no consecutivo dos veces al día (TDHA) en comparación con la aclimatación al calor una vez al día (ODHA) y el trabajo combinado una y dos veces al día con ejercicios templados (ODETEMP, TDTEMP) para inducir adaptaciones al calor, mejor tolerancias al ejercicio y respuestas de citoquinas (inmunes). Siendo el primer estudio que investiga la eficacia de la HA no consecutiva dos veces al día, en comparación con la HA diaria para las adaptaciones, los biomarcadores y la tolerancia al ejercicio. Se indujeron mayores adaptaciones al calor mediante HA una y dos veces al día, que con el ejercicio templado equivalente, sin efectos adversos sobre las respuestas inflamatorias o al estrés. La tolerancia al ejercicio en el estrés por calor mejoró siguiendo ambos protocolos de HA, sin embargo, no se encontraron efectos para TEMP de volumen combinado, ni mejorías en la tolerancia al ejercicio en condiciones templadas para todas las intervenciones. El aumento concomitante de la potencia en el umbral de lactato y en el pico del VO_2max después de HA reafirma la mejora del rendimiento aeróbico dentro del estrés por calor, aunque no proporcionan evidencia de apoyo para que HA mejore el rendimiento aeróbico en condiciones templadas.

Como hemos comentado antes, parece ser que la tolerancia térmica y la aclimatación al calor son complementarias. En un estudio reciente de Nava R y Zulh MN (2020), se hizo un metaanálisis de la HSP 70 ya mencionada con anterioridad. Se observó que una de las adaptaciones que se dan, es la termotolerancia a través de la inducción por estrés por calor de la proteína de choque térmico (HSP). Ésta brinda protección contra el daño térmico.

Por último en cuanto a las adaptaciones a altas temperaturas se refiere, un trabajo interesante elaborado por Corbett et al., (2018), analizó la variación interindividual en la respuesta adaptativa a la aclimatación al calor. En conclusión, la variación individual en la respuesta de HA sigue siendo una incógnita y los estudios futuros deben identificar los factores que contribuyen a esta variación.



Entrenamiento en Calor y Entrenamiento en Altura (hipoxia); tolerancia cruzada



Casi todos los autores están de acuerdo en que las adaptaciones inducidas por HA (*aclimatación al calor*), son beneficiosas y se proponen como un método alternativo y preferido para provocar adaptaciones en aquellos individuos que inicialmente son menos tolerantes a la hipoxia o que responden mal a exposiciones repetidas a la hipoxia.

Las adaptaciones al calor reducen favorablemente la tensión fisiológica de la hipoxia, en gran medida a través de mejoras en el sistema cardiovascular. Esta fue una de las conclusiones a las que llegaron Gibson et al., (2017).

Autores ya mencionados anteriormente, (Saunders PU et al., 2019), en su investigación discutieron si el entrenamiento cruzado de altitud y calor generaba más beneficios en cuanto a rendimiento deportivo se refería que haciéndolo individualmente, primero calor y luego altura. Llegaron a la conclusión que **el entrenamiento en altitud:**

- ▶ 1. Mejoraba la capacidad de transporte de O_2 ;
- ▶ 2. El metabolismo era más eficiente en cuanto al uso de O_2 se refiere;
- ▶ 3. Mejoraba la capacidad de tolerar el metabolismo anaeróbico.

Y con **el entrenamiento en calor:**

- ▶ 1. Se aumento el volumen plasmático;
- ▶ 2. Descendió la tensión cardiovascular y termorreguladora.



Un estudio de Ben J. Lee et al. (2016), también mostró que hubo una mejora en la tolerancia fisiológica celular y sistémica en hipoxia moderada.

En el estudio llevado a cabo por White AC et al., (2015) sobre 10 días de aclimatación al calor y el rendimiento posterior en hipoxia simulando los (4350m), como conclusión importante manifestó que el protocolo de HA no fue perjudicial para la capacidad de ejercicio o el rendimiento tras una exposición aguda a 4350 m.

En el estudio de Gibson et al. (2017) sobre la adaptación cruzada del frío o calor para mejorar las respuestas fisiológicas y celulares a la hipoxia, se llega a la conclusión de que las adaptaciones inducidas por la aclimatación al calor (HA), son beneficiosas en entornos hipóxicos o de altitud. Otros trabajos experimentales apoyan esta hipótesis (Gibson OR et al., 2015; Lee BJ et al., 2016; White AC et al., 2015; Heled y col., 2012;).



Las adaptaciones inducidas por la aclimatación al calor (HA), son beneficiosas en entornos hipóxicos o de altitud. Otros trabajos experimentales apoyan esta hipótesis (Gibson OR et al., 2015; Lee BJ et al., 2016; White AC et al., 2015; Heled y col., 2012;).

En general hay bastantes evidencias para apoyar al calor como herramienta beneficiosa para la aclimatación cruzada a la hipóxica (Gibson OR et al., 2015; Lee BJ et al., 2016; Heled y col., 2012; Lee BJ et al., 2014;). Y las proteínas de choque térmico (HPS) descritas por primera vez por Ritossa, tienen un papel protector en la respuesta al calor y a otros factores estresantes como la hipoxia. Los HPS más estudiados en cuanto a calor e hipoxia son los HPS70 y 90. Las funciones de las HPS:

- ▶ 1. Funciones reguladoras clave en el transporte de proteínas a través de las membranas celulares.
- ▶ 2. Replegamiento de proteínas desnaturalizadas.
- ▶ 3. Función preventiva en el inicio de la cascada de la apoptosis observada en respuesta a estresores celulares agudos.



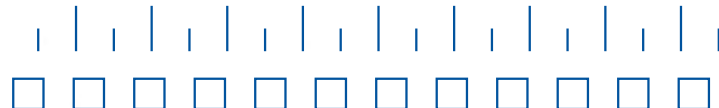
HPS90 es participe en las respuestas de aclimatación al calor relacionado con el equilibrio de líquidos. Mientras, HPS70, ayuda a proteger al organismo contra enfermedades relacionadas con el calor (golpe de calor, endotoxemia...). Estas proteínas de choque térmico interactúan con la vía de HIF-1 al aumentar la estabilidad molecular de HIF-1 α : Destacaron la importancia que tiene para la obtención de “*mecanismos metabólicos y reguladores de fluidos mejorados*”. Ayudan también a una mayor expresión del factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF). Y por otro lado, son de suma importancia para el aumento de la eritropoyetina (EPO). Así pues, tanto las HPS como las HIF-1 α aumentan después de la aclimatación al calor o a la hipoxia, y ambas vías pueden contribuir a las respuestas sistémicas observadas.

Haciendo referencia a un caso concreto, un estudio reciente llevado a cabo por Carr AJ et al. (2020), donde se estudió a un corredor de élite entrenando en hipoxia y en calor, se recomienda que los corredores de élite que realizan regularmente entrenamiento en altitud, deberían utilizar de manera periódica, sesiones de entrenamiento en calor, las cuales pueden ayudar en preparación para las competiciones.



Un trabajo muy semejante al objetivo de nuestro estudio, de Mc Cleave EL et al. (2018), quiso determinar si la combinación del entrenamiento en calor con la hipoxia “Live High, Train Low” (LHTL) mejora aún más las respuestas termorreguladoras y cardiovasculares en comparación con el entrenamiento en calor independiente. Analizando los resultados se concluyó que a pesar de mayor estrés fisiológico del entrenamiento con calor combinado con la hipoxia “LHTL”, las adaptaciones termorreguladoras son limitadas en comparación con el entrenamiento con calor independiente. Parece ser que los estímulos combinados no proporcionan ningún beneficio fisiológico adicional durante el ejercicio en ambientes calurosos. De todas maneras, hay que pensar que quizá, para dicho objetivo del estudio, la metodología aplicada no haya sido la más adecuada.

Por último, hay que destacar un estudio muy reciente llevado a cabo por Baranauskas MN et al. (2021) con el título “*Heat versus Altitude training for endurance performance at sea level*”. Se trata también de una revisión bibliográfica en la que sustentan la hipótesis que propone la altitud como el estímulo de entrenamiento preferido por los atletas de resistencia de élite que se preparan para competir en climas templados al nivel del mar (5°C-18°C). En este estudio se comparan las diferentes estrategias de entrenamiento para el mejor rendimiento en condiciones templadas, en escenarios y contextos diferentes como son climas cálidos y ambientes hipóxicos por altura. Estos autores concluyeron avalando su hipótesis inicial. Tomados todos los datos e informaciones que poseían, vieron claro que aunque existe cierta superposición en las adaptaciones fisiológicas después del entrenamiento de calor versus entrenamiento de altitud, los mecanismos predominantes que contribuyen a cambios beneficiosos en el rendimiento de resistencia al nivel del mar en condiciones templadas son diferentes. La exposición prolongada a un entorno hipóxico tiene un efecto directo sobre los elementos de respuesta hipóxica (es decir, HIF- α) y sus objetivos posteriores. En consecuencia, el aumento de la $\text{Hb}_{\text{masa de}}$ como catalizador probable que influye en la capacidad aeróbica y en el rendimiento en atletas entrenados en resistencia después del entrenamiento en altitud. Por el contrario, el supuesto mecanismo que contribuye a mejorar el rendimiento en temperaturas templadas con el entrenamiento en calor es la carga de volumen resultante del volumen plasmático expandido, que es poco probable que beneficie a los atletas entrenados sin un aumento concomitante de la $\text{Hb}_{\text{masa de}}$. Aunque los datos que exploran mecanismos alternativos que contribuyen a mejorar el rendimiento del ejercicio de resistencia en condiciones templadas después del entrenamiento con calor son prometedores (ejemplo: aumento de la capacidad oxidativa del músculo esquelético), es importante tener en cuenta que es probable que se necesiten estudios controlados y cuidadosamente planificados para observar un efecto en la resistencia entrenada en atletas, debido a los pequeños tamaños de efecto anticipado.





Conclusiones

- ▶ La mayoría de los autores están de acuerdo en que las adaptaciones inducidas por la aclimatación al calor, son beneficiosas para el deportista y se propone como un método alternativo para provocar adaptaciones en aquellos individuos que inicialmente son menos tolerantes a la hipoxia o que responden mal a exposiciones repetidas a la hipoxia.
- ▶ Las proteínas de choque térmico (HSP), parecen ser clave, en la respuesta de estrés cruzado entre el calor y la hipoxia.
- ▶ Hay una gran variabilidad interindividual en la respuesta adaptativa al calor; igual que sucede con la altura.
- ▶ Los deportistas de élite podrían utilizar, además de las estancias en altura, una aclimatación previa al calor para obtener mejores beneficios en el rendimiento. Que, además, les podría ayudar con la preparación para las competiciones que se celebran en condiciones cálidas y húmedas.
- ▶ Es importante manifestar que la accesibilidad para los deportistas a ambientes cálidos es más sencilla y económica en comparación con las estancias en altura.
- ▶ Otro aspecto clave es el tiempo necesario para obtener beneficios; pues parece ser que los obtenidos por el calor se consideran completos en 10-14 días, en comparación con los de la altura que necesitan estancias de 2-3 semanas. A las que habría que sumar el tiempo óptimo de espera que hay que tener antes la competición.
- ▶ Es importante considerar factores como el estado psicológico del atleta, la dosis de estímulos, el entorno, la condición física del deportista y el tipo y duración del entrenamiento en calor o altura, para ajustar bien el programa de entrenamiento.



ENTRENAMIENTO DE FUERZA APLICADO AL CICLISMO DE ALTO RENDIMIENTO

- ▶ Introducción
- ▶ Objetivo
- ▶ Metodología
- ▶ Resultados y discusión
- ▶ Conclusiones
- ▶ Posibles aplicaciones prácticas

Introducción ◀

Oscar Martínez Castro
Nicolás Terrados Cepeda

OMC TRAINER, GIRONA Y CENTRO OLÍMPICO
DE ESTUDIOS SUPERIORES, MADRID.

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

EL CONOCIMIENTO ACERCA DE LOS EFECTOS DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO EN CICLISTAS PROFESIONALES Y SUS RESPUESTAS DE ADAPTACIÓN EN EL MÚSCULO ESQUELÉTICO Y SUS CONSECUENCIAS, ESTÁN MUY LIMITADOS⁽¹⁾, SOBRE TODO EN LO QUE SE REFIERE AL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA. UNA VEZ ANALIZADOS VARIOS ESTUDIOS, SE OBSERVA QUE PARA ENTRENAR LA FUERZA, LO MÁS IMPORTANTE ES PROGRAMAR BIEN, TRABAJANDO CON EL CORRECTO NÚMERO DE SERIES, REPETICIONES, DESCANSOS, VELOCIDAD DE EJECUCIÓN Y BUSCANDO UNOS EJERCICIOS LO MÁS ESPECÍFICOS POSIBLES PARA CICLISMO⁽²⁾. EN DEPORTES DE RESISTENCIA, SE HA DEMOSTRADO QUE EL RATIO PESO/POTENCIA ES MUY IMPORTANTE, Y QUE CUANDO EL RENDIMIENTO BAJA, NORMALMENTE SE DEBE A UNA DISMINUCIÓN EN LA CAPACIDAD DE PRODUCIR FUERZA, CON ORIGEN TANTO A NIVEL CENTRAL Y/O PERIFÉRICO⁽³⁾. ADEMÁS, LOS MOVIMIENTOS QUE PRODUCE EL CUERPO HUMANO SE REALIZAN MEDIANTE CONTRACCIONES MUSCULARES, QUE DEPENDEN DE LAS FIBRAS MUSCULARES ACTIVADAS MEDIANTE ESTÍMULOS, Y CUANTO MAYOR SEA SU SECCIÓN, MAYOR SERÁ LA FUERZA, ADEMÁS DE LA CANTIDAD DE FIBRAS MUSCULARES QUE ACTIVAMOS SIMULTÁNEAMENTE, POR LO QUE CUANTO MAYOR SEA EL RECLUTAMIENTO, MAYOR SERÁ LA FUERZA QUE PODEMOS GENERAR^(4, 5).



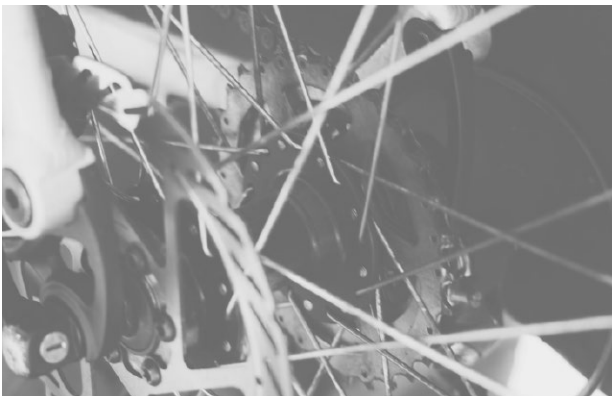
Después de revisar varios estudios científicos, se observa que el principal problema del entrenamiento de la fuerza, dentro de un programa en el que se tiene como principal objetivo mejorar el rendimiento de resistencia, es la posible interferencia negativa que se produce cuando queremos mejorar la fuerza y a la vez la resistencia.

Objetivo

Dada la importancia que la fuerza muscular tiene en el rendimiento en ciclismo y con las evidencias científicas demostradas, acerca de la necesidad de incluir esta cualidad en la programación del entrenamiento, el objetivo principal de este trabajo es revisar las publicaciones científicas sobre este tema y sacar unas conclusiones acerca de lo que funciona y lo que no en ciclismo y además, encontrar una aplicación práctica, para mejorar el rendimiento de fuerza en ciclistas, para mejorar el rendimiento general sobre la bicicleta.

Metodología

Se llevó a cabo una revisión no sistemática de la bibliografía reciente, enfocada en el estudio del entrenamiento de la fuerza aplicado para ciclismo de alto rendimiento, con el objetivo de sintetizar la información científica disponible, identificar que podemos investigar y sacar unas conclusiones incrementando todo lo posible su validez. Se han localizado más de 50 estudios, pero se han excluido la gran mayoría, ya que no eran relevantes para el objetivo de la revisión. Para este trabajo solo se han admitido artículos y búsqueda en revistas indexadas.



Resultados y discusión



Dividiremos los resultados de la búsqueda bibliográfica y su discusión en diferentes apartados.



Desarrollo de la fuerza y la potencia en ciclismo



En un estudio de Harmon E. (2008), y en otro estudio más reciente de Bergstrom H. y colaboradores (2018)^(6, 7), se observó que la capacidad para generar máxima potencia es crucial para el rendimiento. La velocidad de desplazamiento de la bicicleta, se puede mejorar tanto aumentando la fuerza al pedalear como al incrementar la frecuencia de pedalada (cadencia). Una vez analizadas las necesidades de fuerza del ciclista y de la prueba, y sabiendo los grupos musculares que intervienen al pedalear, se debe diseñar un plan de entrenamiento específico. Es importante hacer un test de fuerza con ejercicios similares al movimiento durante la pedalada y sus respectivos ángulos, para saber la fuerza relativa y absoluta del ciclista⁽⁸⁾. Hay que recordar que algunos autores opinan que mediante el entrenamiento de fuerza, se mejora la capacidad de trabajo anaeróbico, no siendo así la potencia crítica⁽⁹⁾.

Para Cormie P. (2011)⁽¹⁰⁾, existe una relación fundamental entre fuerza y potencia, sabiendo que una persona no puede poseer un alto nivel de potencia sin primero ser relativamente fuerte. Los ejercicios balísticos, pliométricos y de levantamiento de pesas se pueden usar de manera efectiva como ejercicios primarios dentro de un programa de entrenamiento de potencia con el objetivo de mejorar la potencia máxima en cualquier deporte de resistencia⁽¹¹⁾. Los ejercicios pliométricos deben incluir cargas similares a las que se encuentran en cada deporte específico con velocidades de movimiento similares a las que se encuentran típicamente en el deporte⁽¹²⁾.

El entrenamiento de fuerza, a lo largo de todo el año, debe lo más específico posible. Es decir, similar al movimiento de pedaleo sobre la bicicleta⁽¹³⁾.

Kordi M. y col. en 2020⁽¹⁴⁾, descubrieron que mediante un programa de fuerza para ciclismo de 6 semanas, se mejora el pico de potencia máxima en un grupo de ciclistas de velocidad de élite en un 3% -4%. Otros autores, con un entrenamiento de fuerza de 12 semanas, 3 veces por semana, lograron mejoras en el rendimiento de ciclistas, gracias a un incremento de fuerza en las piernas⁽¹⁴⁾.



Para Grgic J. y colaboradores (2019) a pesar de estas evidencias, se llegó a la conclusión de que algunos individuos mejoran su capacidad de resistencia con el entrenamiento de fuerza, mientras que otros no⁽¹⁶⁾. Por todos esos motivos, es importante adaptar el entrenamiento de fuerza a cada modalidad y a cada deportista, teniendo en cuenta sus deficiencias, edad y objetivos, debiendo estar siempre incluido en cualquier programa que tenga como objetivo mejorar el rendimiento en ciclistas, especialmente en pretemporada, pero sin dejar de trabajarlo durante la temporada⁽¹⁷⁾.

El objetivo principal del entrenamiento de fuerza debería ser principalmente aumentar la potencia en carrera, teniendo en cuenta la relación watts/kilogramo, por lo que para conseguir esto debemos hacer un trabajo específico, buscando los ejercicios, ángulos de trabajo, series y repeticiones óptimas. De esta forma, usualmente el trabajo principal en ciclismo debe ser trabajar la fuerza resistencia, ya que es el tipo de trabajo que más se asemeja al gesto cíclico al pedalear, especialmente durante el trabajo neuromuscular en fatiga. Una buena forma de mejorar esta manifestación de fuerza puede ser compaginándola con trabajo de fuerza máxima y de potencia⁽¹⁸⁾.



Ozaki H. y col. en 2015⁽¹⁹⁾, llegaron a la conclusión de que el trabajo en el gimnasio nos puede ayudar a mejorar la eficiencia de pedaleo, compaginándolo con un trabajo de fuerza sobre la bicicleta, buscando una cadencia y una velocidad igual o muy parecida durante el pedaleo normal.



Entrenamiento concurrente para el rendimiento deportivo

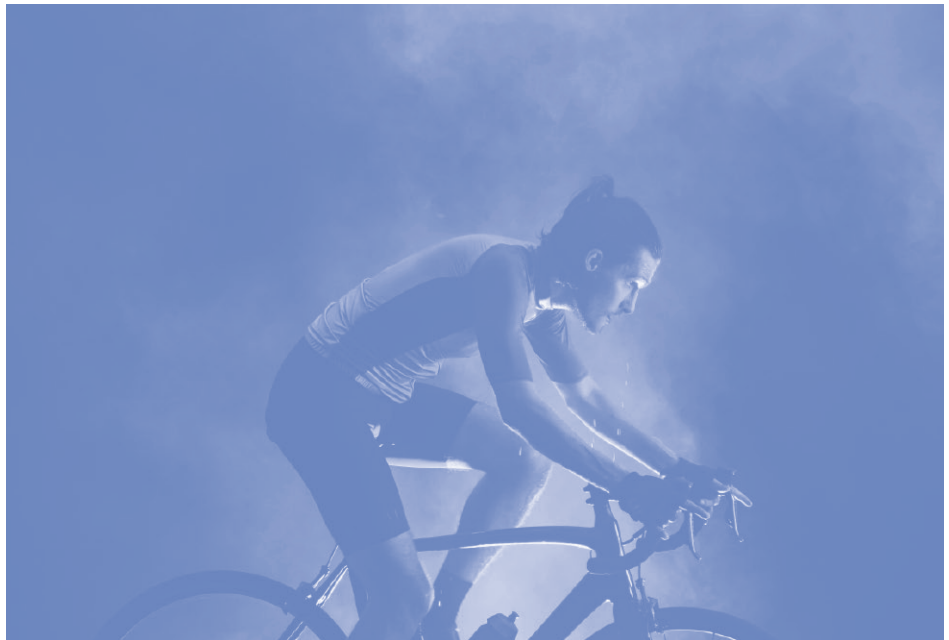
En un trabajo de Berryman N., y colaboradores (2019)⁽²⁰⁾, se observó que mediante un protocolo de entrenamiento de fuerza añadido dentro de un programa principalmente de resistencia, se producen mayores adaptaciones de fuerza en las piernas, aun así, este efecto de interferencia no se ha demostrado totalmente, debido a las complejas interacciones en la metodología de entrenamiento y sus variables⁽²¹⁾.

Programar un mesociclo de entrenamiento de fuerza puede ser beneficioso para el rendimiento, tanto a medio como largo plazo, parece que principalmente debido a mejoras en el coste de energía de la locomoción. El entrenamiento de fuerza puede ser perjudicial para el rendimiento de resistencia si el plan de entrenamiento es inadecuado, siguiendo todas estas observaciones se sugiere a entrenadores y atletas que tengan cuidado con el entrenamiento concurrente, teniendo en cuenta todas las variables y adaptar las intervenciones en función de los objetivos⁽²²⁾.



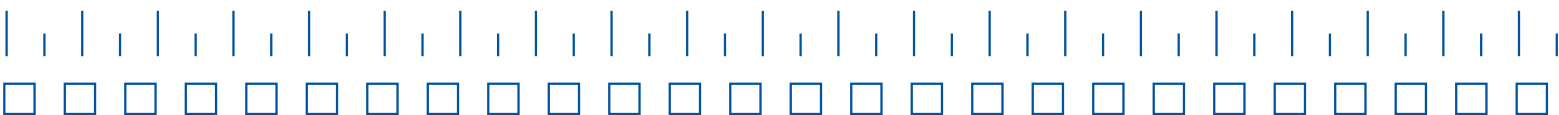
Por todos estos motivos es importante trabajar la fuerza, no solo en pretemporada, sino también durante el periodo de competiciones, cosa que no suele hacerse, principalmente debido a:

- ▶ Incorrecta metodología de entrenamiento.
- ▶ Creencia de que ganar masa muscular no es lo mejor, ya que se gana peso y este nos lastra, creencia totalmente errónea.
- ▶ Falta de tiempo, a pesar de que tampoco es necesario dedicarle mucho tiempo en comparación con las horas que pasamos encima de la bicicleta⁽²³⁾.



En un estudio de Bazyler C. y colaboradores (2015)⁽²⁴⁾, comparando grupos de entrenamiento solo con entrenamiento de resistencia (E) y con entrenamiento de fuerza concurrente (E-S), se observó un cambio relativo mayor del CSA muscular mediante entrenamiento de fuerza durante el período preparatorio, conservándose a las 25 semanas, además la fuerza medida en 1 RM en media sentadilla aumenta con el entrenamiento alterno en periodo preparatorio y se conserva también a las 25 semanas.

Agregar entrenamiento de fuerza al entrenamiento de resistencia habitual mejora el rendimiento, aumentando el CSA del músculo del muslo, además de mejorar el ciclo de estiramiento⁽²⁴⁾.





El VO_2 máx aumenta en mayor medida con entrenamiento simultáneo durante el periodo preparatorio, los Watts Máximos en E-S, aumentan también desde la pre intervención hasta 25 semanas después, mientras que no sucede ningún cambio solo con E, siendo el cambio relativo en W_{max} mayor en E-S que en S.

Mediante que con E-S aumenta la potencia de salida, sin ningún cambio en E, aunque sin diferencias significativas en ambos, la concentración de lactato a 275 Watts es menor en E-S y en E a las 12 semanas después de la primera intervención, con una disminución relativa de lactato a las 25 semanas mayor en E-S que en E. Mediante un análisis ANOVA se demostró que la economía de pedaleo y el Vo_2 mejoran mediante E-S.

La potencia media durante la prueba aumenta durante el periodo preparatorio tanto en E-S como en E, sin diferencias relativas entre ambos grupos, en cambio a las 25 semanas aumenta más en E-S que en E, mientras que la potencia de salida máxima en la prueba de Wingate aumenta en E-S a las 25 semanas, sin cambios significativos en la producción de potencia media durante los 30 segundos de prueba.



El rendimiento de resistencia a corto plazo, durante 5 minutos, aumenta en 3-4% después de SE y E, mientras que la resistencia durante 45 minutos aumento su capacidad en un 8% con SE.

El área de las fibras tipo IIA aumentan mientras que las de tipo IIX disminuyen después del entrenamiento SE, sin cambio en E, mientras que las fibras musculares y la capilarización permanecen sin cambios. Por todo esto, con un entrenamiento de fuerza/resistencia concurrente en ciclistas jóvenes de élite, se consigue una mejora en la capacidad de resistencia durante una contrarreloj de 45 minutos, acompañada de una mayor proporción de fibras musculares de tipo IIA y ganancias en MVC (contracción isométrica voluntaria máxima) y RFD (tasa de desarrollo de fuerza), a la vez que la capilarización no se ve afectada⁽²⁶⁾.

Para Kazior Z. y colaboradores (2016)⁽²⁷⁾ después de estudiar el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia, se observó que se amplían tanto las fibras tipo I como tipo II, siendo solo las de tipo II las que aumentan con entrenamiento únicamente de resistencia. La mayor hipertrofia observada en el grupo de entrenamiento combinado se debe a la estimulación de los procesos anabólicos.

El entrenamiento de fuerza mejora el rendimiento total de 5 minutos después de 3h de ciclismo⁽²⁸⁾, con un aumento en la RM haciendo media sentadilla mayor con trabajo de fuerza combinado con resistencia que únicamente resistencia, con cambios significativos en la masa corporal mediante E-S, con un consumo medio de oxígeno relativo disminuyendo ligeramente su VO_2 max con E-S, una frecuencia cardiaca y lactato durante la última hora menor gracias al entrenamiento combinado, y con un RER más bajo durante 30 minutos con E.



La potencia media durante una prueba de 5 minutos después de 3 horas rodando, aumenta en un 2,0 % con E-S, sin cambios en E.

En un trabajo de Berryman N. y colaboradores (2018)⁽²⁹⁾, se observó que después de estudiar el entrenamiento concurrente sobre el rendimiento en ciclismo, se puede afirmar que el entrenamiento de fuerza, pautado y adaptado a cada modalidad, nos sirve para mejorar la fuerza sobre la bicicleta y aumentar el rendimiento absoluto.

Una sesión de ejercicio aeróbico antes del ejercicio de fuerza afecta el rendimiento de resistencia de fuerza posterior. Además, la magnitud del efecto de interferencia fue mayor después del ejercicio de ciclismo aeróbico⁽³⁰⁾.

Determinantes del rendimiento en ciclistas



Mediante un entrenamiento combinado de fuerza y resistencia, se aumenta el CSA del músculo en el muslo, la fuerza isométrica máxima y la potencia máxima, más que con entrenamiento únicamente de resistencia, además de la potencia de salida a 2 mmol y la potencia media durante 40 minutos, mientras que para E, solo se mejoró el rendimiento en la prueba de 40 minutos, los 2 grupos aumentaron de forma similar su Vo_{2max} ⁽³¹⁾.

Lucia, A., y col. en 2000⁽³²⁾, descubrieron que los ciclistas de ruta escaladores que son más delgados (60-65 kg), tienen un consumo de oxígeno máximo más alto (VO_{2max}) en relación a la masa corporal de otros ciclistas de ruta. Además, estos escaladores alcanzan algunas de las producciones de potencia relativas más altas durante ejercicios de resistencia aeróbica máxima (promedios de 6,5 y 7,5 W kg⁻¹, respectivamente). Estos resultados se deben a una elevada relación potencia-peso, contribuyendo con el rendimiento en ascensos.





Gracias a las adaptaciones logradas durante la pretemporada, estas se mantienen en plena temporada, cómo por ejemplo el crecimiento del muslo en su sección transversal o la fuerza medida en 1 RM, además de la máxima producción de watts, consiguiendo mantenerse con un entrenamiento combinado. A lo largo de las semanas se consigue mejorar y mantener la economía de pedaleo y la concentración de lactato en altas intensidades⁽³³⁾.

Mediante una electromiografía, se observó una correlación significativa tanto con el aumento en el número de sprints como en el tiempo de duración, los resultados demostraron que el rendimiento del ejercicio tanto de cadencia como de potencia, fue más cercano al grado de fatiga durante el ejercicio cíclico del pedaleo, en isquiosurales y vasto interno⁽³⁴⁾.

Nos encontramos con que el grupo muscular más fuerte en ciclistas de carretera son los extensores de cadera, teniendo esta mayor relación con la potencia de sprint trabajándolos en una velocidad angular de 180°, sin relación significativa en la fuerza desarrollada con los flexores de cadera^(35, 36).

Una buena forma de mejorar el rendimiento en ciclismo, puede ser trabajando dando especial énfasis al trabajo de fuerza durante la pretemporada, y manteniéndolo durante la temporada, siempre y cuando se trabaje buscando movimientos, ángulos y velocidad igual o muy cercana al movimiento de pedaleo.



Conclusiones

► Las razones para utilizar el entrenamiento de fuerza en ciclistas son:

- *Una elevada relación potencia-peso contribuye al rendimiento en ascensiones y el entrenamiento de fuerza ayuda a mejorar la potencia.*
- *Con el entrenamiento de fuerza, hay mejoras significativas en 1 RM, RFD, CE, eficiencia y tiempo hasta el agotamiento con la potencia aeróbica máxima.*
- *Con el entrenamiento de fuerza, aumenta el CSA del músculo del muslo.*
- *Con el entrenamiento de fuerza, aumenta la potencia media en todo tipo de esfuerzos.*
- *Un mesociclo de entrenamiento de fuerza puede ser beneficioso para el rendimiento.*



► Para que el entrenamiento sea efectivo, debemos trabajar la fuerza, principalmente durante la pretemporada, pero también durante la temporada se debe trabajar, ya que las mejoras logradas durante el periodo preparatorio, se conservan mejor a lo largo de la temporada, cómo por ejemplo el crecimiento del muslo en su sección transversal o la fuerza medida en 1 RM.

► Se debe tener en cuenta que mejorar y mantener la fuerza máxima es esencial cuando se considera el desarrollo de la potencia a largo plazo. La consideración del patrón de movimiento, la carga y la especificidad de la velocidad resulta esencial al diseñar programas de entrenamiento de potencia.



Posibles aplicaciones prácticas

Ejercicios específicos sobre la bicicleta

► Series a plato en subida

Buscar una pendiente lo más tendida posible y con una media del 4%, utilizando un desarrollo pesado, y con una cadencia de 50-60 rpm.

► Series con una pierna en rodillo

Ideal para corregir posibles desajustes corporales y transmisiones de fuerza. Con la ayuda de un buen análisis biomecánico y trabajando mediante watts podemos estudiarlo mejor.

► Entrenamiento de cadencia

Si el objetivo es mejorar la fuerza, intentar no superar las 50-60 rpm y desarrollo pesado; si el objetivo es mejorar la eficiencia de pedalada podemos realizar series por encima de 100 revoluciones por minuto, además de conseguir un mayor efecto cardiovascular.

► Transferencia

Series alternas en llano y/subida después del entrenamiento propio de fuerza.



LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA OSTEOPOROSIS

- ▶ Introducción
- ▶ Definición de Osteoporosis
- ▶ Prevalencia
- ▶ Factores de riesgo
- ▶ Prevención y Tratamiento
- ▶ Ejercicio y la salud ósea
- ▶ Actividad física según edad
- ▶ Niñez y adolescencia
- ▶ Adultez
- ▶ Mujeres y la menopausia
- ▶ Adultos mayores
- ▶ Consideraciones especiales
- ▶ Contraindicaciones del ejercicio físico
- ▶ Conclusiones

Introducción ◀

Adenis Manrique Betancourt

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

LA OSTEOPOROSIS SE HA CONVERTIDO EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS EN UNA DE LAS ENFERMEDADES QUE DEBIDO A SU TRASCENDENCIA, TANTO A NIVEL CLÍNICO COMO SOCIOECONÓMICO, ESTÁN MOTIVANDO UN INTERÉS CONSTANTE EN EL CAMPO DE LA MEDICINA PREVENTIVA. LA OSTEOPOROSIS HA PASADO DE SER CONSIDERADA COMO UN PROCESO QUE PODRÍAMOS LLAMAR FISIOLÓGICO, A SER UNA ENFERMEDAD CLARAMENTE RELACIONADA CON UNA SERIE DE ALTERACIONES DEL METABOLISMO ÓSEO⁽¹⁷⁾.

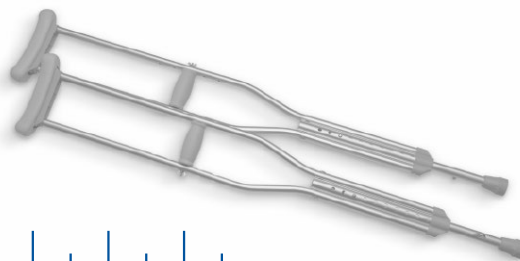


Definición de Osteoporosis

La osteoporosis es una enfermedad esquelética difusa caracterizada por una disminución de la resistencia ósea que predispone a un mayor riesgo de fracturas por fragilidad⁽³⁾. El concepto «resistencia ósea» engloba factores relacionados tanto con la densidad mineral ósea (DMO) como con la calidad del tejido óseo (**ver tabla 1**). En la OP (osteoporosis) existe una masa ósea baja y el deterioro del tejido óseo microestructural, que da lugar a una baja densidad ósea y a un aumento de la fragilidad ósea y susceptibilidad a fracturas^(8,17). Se considera fractura por fragilidad la ocasionada por un traumatismo de bajo impacto. Una caída estando de pie o sentado, estaría incluida en este concepto. Las fracturas más frecuentes y relevantes son las del fémur proximal, de la columna vertebral y del antebrazo distal^(3,19). Por todo esto, se denomina frecuentemente como una "enfermedad silente", ya que se desarrolla sin manifestar síntomas. Por ejemplo, una persona puede no saber que tiene esta patología hasta que padece una fractura, a veces causada por una leve tensión o un pequeño golpe^(8,9,19). En algunos estudios se ha comprobado que el 95% de los pacientes que desarrollan una fractura por fragilidad, no presentaba un diagnóstico previo de osteoporosis⁽¹⁶⁾.

TABLA 1

COMPONENTES FUNDAMENTALES DE LA RESISTENCIA ÓSEA ⁽¹⁷⁾	
CANTIDAD ÓSEA	CALIDAD ÓSEA
▶ MASA ÓSEA ▶ DENSIDAD MINERAL ÓSEA ▶ TAMAÑO ÓSEO	▶ MACROARQUITECTURA: FORMA, LONGITUD... ▶ MICROARQUITECTURA: CONECTIVIDAD TRABECULAR ▶ MINERALIZACIÓN: MATERIALES ▶ CAPACIDAD DE REPARACIÓN: MICROFRACTURAS



En 1994, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció la definición de osteoporosis basada en los resultados de la DMO^(3,8,16,17,20). Un individuo tiene OP si el T-score en columna lumbar, cuello femoral o cadera total es igual o inferior a $-2,5$ desviaciones estándar (DE) respecto al pico de masa ósea poblacional, como se puede observar en la **tabla 2**^(10,13,16,20).

TABLA 2

CRITERIOS DIAGNÓSTICOS DE OSTEOPOROSIS DE LA OMS ^(10,13,16,20)	
VALORACIÓN	VALOR DE DMO
NORMAL	T-SCORE > -1 DE
OSTEOPENIA	T-SCORE ENTRE -1 Y $-2,5$ DE
OSTEOPOROSIS	T-SCORE $< -2,5$ DE
OSTEOPOROSIS ESTABLECIDA	T-SCORE $< -2,5$ DE ASOCIADO A PRESENCIA DE 1 O MÁS FRACTURAS POR FRAGILIDAD.

T-score: Valor de DMO comparado con valor medio del adulto joven expresado en términos de desviación estándar (DE).

También es posible considerar el *Z-score* en grupos de pacientes como niños, adultos jóvenes, y en edades avanzadas ya que expresa la masa ósea en comparación a la esperada para igual edad y sexo^(16,20).

En la práctica clínica habitual esta definición es poco operativa debido a que muchas fracturas por fragilidad se producen en pacientes con un T-score $> -2,5$ DE. Es por ello que la National Bone Health Alliance ha propuesto considerar el diagnóstico de OP en mujeres posmenopáusicas y en varones > 50 años con fractura femoral por fragilidad, independientemente del valor de la DMO, así como ante una fractura de bajo impacto vertebral, del húmero proximal o de la pelvis, si se constata un T-score $< -1,0$ DE. Hay dudas respecto a la fractura del antebrazo, que en algunos casos podría incluirse según la edad o el mecanismo de la fractura. Incluyen también como diagnóstico de OP para población americana un riesgo cuantificado con el Fracture Risk Assessment (FRAX®) para fractura principal $\geq 20\%$ (húmero proximal, antebrazo, cadera o fractura vertebral) o un riesgo de fractura de fémur $\geq 3\%$ ^(3,10).

En las últimas recomendaciones de la Sociedad Española de Reumatología (SER) se considera adecuado incluir en la definición y diagnóstico de osteoporosis cualquiera de las siguientes circunstancias⁽³⁾:

- ▶ **a)** T-score en columna lumbar, cuello femoral o cadera total $\leq -2,5$ DE.
- ▶ **b)** Fractura femoral por fragilidad, independientemente del valor de la DMO, en mujeres posmenopáusicas y en varones > 50 años.
- ▶ **c)** Fractura por fragilidad de vértebra, húmero proximal o pelvis en mujeres posmenopáusicas y en varones > 50 años, si se constata una DMO baja (T-score $< -1,0$ DE).



Prevalencia

La osteoporosis es la enfermedad metabólica ósea más frecuente en los países occidentales; en España la padecen más de tres millones de pacientes. Su prevalencia aumenta con la edad y es mayor en las mujeres en una proporción aproximada de 3-4/1. Afecta al 35% de las mujeres españolas mayores de 50 años, al 52% de las mayores de 70, y a más del 60% a partir de los 80. En los varones, la prevalencia estimada es del 8% en los mayores de 50 años. A pesar de la elevada prevalencia de la osteoporosis, menos del 30% de los pacientes están diagnosticados y menos del 10% reciben tratamiento^(10,17).

La osteoporosis es mucho más frecuente en las mujeres, fundamentalmente por dos razones⁽¹⁷⁾:

- ▶ 1) Las mujeres en el momento de alcanzar su pico de masa ósea, tienen unos huesos con menor densidad mineral (menor reserva ósea), y las pérdidas posteriores hacen que llegue más fácilmente a la fragilidad.
- ▶ 2) En las mujeres, la velocidad de pérdida ósea sufre una aceleración importante en los primeros años después de la menopausia.



La osteoporosis constituye un importante problema de salud, tanto por su magnitud como por sus repercusiones sociosanitarias. Además, como consecuencia del aumento de la esperanza de vida, es una enfermedad cada vez más frecuente; hasta el punto de que ha sido considerada como la “epidemia silenciosa del siglo XXI”. Se calcula que en España en menos de treinta años el número de personas mayores de 65 se va a duplicar⁽¹⁷⁾. Un estudio determinó que 2,4 millones de españoles (1,9 millones de mujeres y 0,5 de varones) mayores de 50 años padecían OP en el año 2010, y como consecuencia de esta se produjeron 204.000 nuevas fracturas y se gastaron 2.842 millones de euros (el 2,8% del gasto sanitario en España). Para el año 2025 se estima un aumento de la incidencia de fracturas del 40% y un aumento de los costes del 30%⁽³⁾.



Factores de riesgo



Un abordaje global de los principales factores de riesgo (FR) de OP y de fractura permite una mejor aproximación al riesgo absoluto, no obviando, que la fractura es “multifactorial”. Diversos estudios epidemiológicos a gran escala han permitido identificar cuales son los principales FR. Se han elaborado largas listas, pero es obligada su clasificación en distintos grupos para sistematizar su investigación en la consulta diaria⁽¹⁷⁾.



Factores no modificables



- ▶ **La edad:** es uno de los principales FR. La masa ósea aumenta durante las tres primeras décadas de la vida, alcanzando el denominado pico de masa ósea. En la edad adulta se inicia la pérdida progresiva de masa ósea. En las mujeres se verá aumentada en la primera década tras la menopausia y posteriormente continuará, consecuencia de la edad, pero a un ritmo muy inferior. Por cada década, el riesgo de fractura aumenta entre 1,4 y 1,8 veces.
- ▶ **El sexo:** Aunque la osteoporosis puede afectar a los dos sexos, es mucho mas frecuente en mujeres, sus huesos son de menor tamaño y el pico de masa ósea es inferior al alcanzado por los varones. Además, las mujeres tienen una mayor tasa de pérdida, aumentada en la postmenopausia reciente y tienen una mayor expectativa de vida.
- ▶ **La raza:** las mujeres de raza blanca tienen 2,5 veces mayor riesgo de presentar OP que las de raza negra.
- ▶ **Genética:** Historia familiar de osteoporosis. El pico de masa ósea viene determinado en un 70-80% genéticamente. Aquellos hombres y mujeres con historia familiar de OP presentan una DMO menor que la población de las mismas características sin el antecedente familiar⁽¹⁷⁾.



Factores modificables

- ▶ **El peso:** el bajo peso, el IMC inferior a 19 y la pérdida de peso respecto al adulto joven son indicativos de baja masa ósea.
- ▶ **Tabaquismo:** los pacientes fumadores tienen una menor DMO. Este efecto es dosis-dependiente, pero es reversible. El tabaco ejerce un efecto directo sobre el hueso y también influye sobre los niveles hormonales que modulan el remodelado.
- ▶ **El hipogonadismo:** es un factor de riesgo importante de OP en los dos sexos. Las situaciones de déficit estrogénico se asocian a mayor tasa de pérdida de masa ósea; esto acontece en la menopausia precoz, menopausia quirúrgica o periodos de amenorrea prolongados antes de la menopausia. Ya sean de causa primaria o secundaria a procesos como la anorexia nerviosa, hiperprolactinoma, amenorrea inducida por el ejercicio físico, enfermedades crónicas, etc. En el varón, el hipogonadismo también puede ser por diversas causas, síndromes genéticos, como el de Klinefelter, la alteración del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal, la hiperprolactinemia o la castración quirúrgica o farmacológica en el tratamiento del cáncer de próstata.
- ▶ **Alimentación/dieta:** la dieta debe ser equilibrada, con aporte suficiente de todos los nutrientes, sin exceso de proteínas animales y correctas en calcio y vitaminas D y K. El calcio es fundamental para el adecuado desarrollo y mantenimiento del esqueleto.
- ▶ **Ejercicio físico:** Existe una relación directa y positiva entre la práctica de ejercicio físico habitual con la DMO.
- ▶ **Enfermedades y fármacos osteopenizantes:** Determinadas condiciones patológicas y consumo de fármacos se asocian a pérdida de masa ósea⁽¹⁷⁾.

El objetivo principal en el manejo de la OP es la prevención de fracturas, por lo cual es prioritario identificar a los individuos con mayor riesgo de presentarlas^(3,5,12,16). En la **tabla 3**, se describen los factores de riesgo (FR) elevados de fractura (riesgo relativo ≥ 2) y los FR moderados (riesgo relativo 1-2). Algunos factores de riesgo, como el sexo, la edad, el antecedente de fractura y el empleo de glucocorticoides, entre otros, contribuyen al riesgo de fractura independientemente de la DMO. Los pacientes con una fractura reciente tienen un riesgo especialmente alto de sufrir una nueva fractura. Recientemente se ha propuesto el término «riesgo inminente de fractura» para referirse a los pacientes con un riesgo elevado a corto plazo, como son aquellos con una fractura reciente, ancianos frágiles con caídas frecuentes o los pacientes tratados con glucocorticoides a dosis elevadas^(3,10,17).



TABLA 3

FACTORES DE RIESGO CLÍNICOS DE FRACTURA ⁽³⁾	
RIESGO ELEVADO (RIESGO RELATIVO ≥ 2)	RIESGO MODERADO (RIESGO RELATIVO ENTRE 1 Y 2)
EDAD MAYOR A 65 AÑOS.	TABAQUISMO ACTIVO
BAJO PESO: IMC < 20 kg/m ² .	CONSUMO DE > 3 UNIDADES DIARIAS DE ALCOHOL (1 UNIDAD EQUIVALE A 200 ML DE CERVEZA O 100 ML DE VINO O 25 ml DE UN LICOR).
ANTECEDENTE PERSONAL DE FRACTURA POR FRAGILIDAD.	MENOPAUSIA PRECOZ (< 45 AÑOS), AMENORREA PRIMARIA Y SECUNDARIA, HIPOGONADISMO EN EL VARÓN.
ANTECEDENTE MATERNO DE FRACTURA DE FÉMUR.	ENFERMEDADES QUE PUEDEN REDUCIR LA DMO: ARTRITIS REUMATOIDE Y OTRAS ARTROPATÍAS INFLAMATORIAS, PATOLOGÍA INTESTINAL INFLAMATORIA, CELIAQUÍA, MALABSORCIÓN, HEPATOPATÍAS, HIPERPARATIROIDISMO, HIPERTIROIDISMO, ANOREXIA Y BULIMIA, TRASPLANTE DE ÓRGANO SÓLIDO, ETC.
GLUCOCORTICOIDES (> 5 mg/DÍA DE PREDNISONA O EQUIVALENTE DURANTE > 3 MESES).	FÁRMACOS CON CAPACIDAD DE REDUCIR LA DMO/ AUMENTAR RIESGO DE FRACTURAS: HIDANTOÍNAS, ANTIRRETROVIRALES, ANTICOMICIALES, INHIBIDORES DE LA AROMATASA, PRIVACIÓN ANDROGÉNICA, ETC.
MÁS DE 2 CAÍDAS EN EL ÚLTIMO AÑO.	TRASTORNOS RELACIONADOS CON LAS CAÍDAS: TRASTORNOS DE VISIÓN, ENFERMEDADES NEUROLÓGICAS (ICTUS, PARKINSON), EMPLEO DE PSICOFÁRMACOS.

La SER recomienda que la evaluación del riesgo de fractura por fragilidad no se base exclusivamente en la medición de la DMO, ya que debe tener en cuenta además factores de riesgo clínicos para proporcionar una mejor estimación del mismo⁽³⁾. Este hecho ha fomentado el desarrollo de herramientas de cálculo del riesgo de fractura capaces de integrar múltiples factores. Entre ellas la más popular y ampliamente utilizada es el FRAX®^(3,9,10,13,18,17) que permite evaluar el riesgo de fractura para cada paciente en particular, se basa en modelos individuales que combinan factores de riesgo clínicos, fáciles de obtener en la consulta diaria con la densidad mineral ósea del cuello femoral si está disponible⁽¹⁷⁾. La herramienta calcula la probabilidad de fractura a diez años, tanto para fractura de cadera como para otras fracturas osteoporóticas importantes.

El objetivo de estas escalas no es diagnosticar osteoporosis, ni sustituir la densitometría ni el juicio clínico; pretenden ser herramientas de preselección que permitan al clínico identificar pacientes asintomáticos con OP antes de que presenten una fractura^(3,17).



Prevencción y Tratamiento

Dentro de las opciones terapéuticas para la osteoporosis, existen medidas farmacológicas y no farmacológicas⁽³⁾.

Las no farmacológicas, incluyen las medidas de prevención primaria y secundaria de osteoporosis y de fractura, en las que se recomienda un estilo de vida saludable, incluyendo dieta equilibrada y ejercicio físico regular, evitar el tabaco, limitar el consumo de alcohol e implementar medidas para la prevención de caídas^(3,10,17).

En la guía de recomendaciones de la sociedad española de reumatología (SER) sobre osteoporosis se resumen los principales hábitos de vida saludable⁽³⁾:

- ▶ 1. Cubrir las necesidades nutritivas con una dieta saludable que incluya una ingesta adecuada de proteínas, calcio, frutas y vegetales.
- ▶ 2. Limitar la ingesta de cafeína.
- ▶ 3. Exposición solar con prudencia.
- ▶ 4. Evitar el consumo de tabaco y limitar la ingesta de alcohol a menos de 3 unidades/día (1 unidad de alcohol equivale a 200 ml de cerveza o 100 ml de vino o 25 ml de un licor).
- ▶ 5. Fomentar la actividad física con ejercicio regular tanto de carga del propio peso (ejemplo: caminar, bailar, practicar Taichí 30-40 minutos por sesión) como con fortalecimiento muscular y postural, 3-4 días por semana.

En varios estudios se concluye que el mantenimiento de hábitos de vida saludables constituye la primera medida para prevenir la OP y evitar las fracturas. Así, existe evidencia de que el ejercicio tiene efecto, aunque modesto, en la reducción de fracturas y en la prevención de caídas^(1,3,4,5,7,8,10,12,19,21) ya que es útil tanto para favorecer el pico de masa ósea como para disminuir la pérdida de hueso; también presenta efectos positivos sobre la función muscular, los reflejos, el equilibrio y el alivio del dolor^(5,7,12,19,21).

Otros estudios muestran que la adopción de medidas para la prevención de caídas, en las que se incluyen programas de ejercicios y actuaciones sobre la seguridad del entorno y el minimizar el uso de fármacos como hipnóticos, diuréticos, antihipertensivos y otros que empeoren el equilibrio, contribuyen también tanto en la prevención primaria como en la secundaria de fractura por fragilidad^(3,4,5,12,19). Por el contrario, se desaconsejan los ejercicios que conlleven gran esfuerzo o que sean bruscos, así como los que implican la flexión o los giros repetidos del tronco y los abdominales^(3,4,5,19).



Ejercicio y la salud ósea



La respuesta ósea al ejercicio es compleja y está influenciada por múltiples factores, que incluyen la nutrición, el estado de entrenamiento, la edad, la genética y las características del estímulo de ejercicio específico. El ejercicio suele ser beneficioso para los huesos y se considera una estrategia preventiva y de tratamiento eficaz para las personas con afecciones caracterizadas por pérdida ósea o mayor susceptibilidad a las fracturas como es el caso de la osteoporosis^(22,23).

En cuanto a la respuesta metabólica ósea al ejercicio, siempre que el entorno nutricional y metabólico sea favorable, el estímulo principal para el anabolismo óseo es la carga física, el hueso responderá a la magnitud, velocidad, número y dirección de los ciclos de carga inducidos por la actividad. Así mismo, las diferentes modalidades de ejercicio ejercen distintos patrones de carga y señales mecanotransductivas específicas de cada actividad. Señales metabólicas también influyen en la respuesta ósea al ejercicio, como especies reactivas de oxígeno/ nitrógeno, pH alterado y disponibilidad de calcio sérico. El modelado se refiere a la formación o resorción aislada de hueso en sitios específicos. Por el contrario, la remodelación es un proceso acoplado y sincronizado de activación, reabsorción, reversión y formación ósea, coordinado por equipos de células óseas, es decir, osteoblastos, osteoclastos y osteocitos, denominados unidad multicelular básica (BMU). Aunque no se puede descartar algún modelado, parece que la remodelación es el proceso dominante a través del cual el hueso responde a los estímulos mecánicos o metabólicos que ofrece el ejercicio⁽²²⁾.



Aún se desconoce mucho acerca de los factores que influyen en la respuesta ósea al ejercicio agudo y crónico, o cómo identificar de manera preventiva a las personas en riesgo de sufrir lesiones óseas. Para dilucidar estos factores, son esenciales indicadores objetivos y cuantificables de la fortaleza y función ósea⁽²²⁾. La DMO, evaluada mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) o la microarquitectura ósea evaluada mediante tomografía computarizada cuantitativa periférica de alta resolución, se pueden utilizar para predecir el riesgo de fractura o para evaluar la eficacia de la intervención; sin embargo, estos resultados son indicadores crónicos del hueso, que responde lentamente a los estímulos y los cambios medibles pueden tardar meses, o incluso años en ocurrir, por lo que las respuestas agudas o de menor duración no se pueden detectar con estas medidas^(22,24).

Por el contrario, los marcadores de remodelado óseo (BMM) son productos de proteínas o células óseas y representan procesos involucrados en la formación y resorción del hueso; los estímulos tanto mecánicos como metabólicos creados por el ejercicio agudo, típicamente provocan un aumento en los marcadores indicativos de resorción ósea, mientras que la adaptación crónica al entrenamiento físico típicamente resulta en un aumento en la formación ósea. Dichos biomarcadores nos ofrecen un análisis dinámico y global del esqueleto y su uso apropiado tiene el potencial de avanzar tanto en el conocimiento sobre las respuestas agudas de los huesos al ejercicio y a los estímulos nutricionales y terapéuticos, como de contribuir en la evaluación clínica de los pacientes con osteoporosis y también al desarrollo de estrategias para proteger o mejorar la salud ósea de las personas. Sin embargo, su variabilidad analítica y biológica limita en la actualidad su aplicabilidad clínica^(3,22,24).

Los marcadores bioquímicos del remodelado óseo han contribuido a un mejor conocimiento de la fisiología ósea y la patogenia de las enfermedades metabólicas óseas. Aunque no se consideran apropiados para el diagnóstico de osteoporosis, sí pueden aportar información adicional y complementaria a la suministrada por la DMO en el estudio de estos pacientes y ser útiles para el clínico a la hora de seleccionar a la población susceptible de tratamiento y de valorar la eficacia de éste⁽²⁴⁾. En la actualidad, no se recomienda su determinación sistemática en la evaluación de los pacientes con osteoporosis, en las últimas recomendaciones de la SER, refieren que a pesar de que no está establecido su empleo rutinario, podrían considerarse en la evaluación inicial y en el seguimiento de los pacientes con osteoporosis^(3,24).



Actividad física según edad



Existe una fuerte relación positiva entre la actividad física y la salud ósea a lo largo de la vida. Esto se debe a que el sistema musculoesquelético es sensible a la actividad física con carga de peso como estímulo para mantener y desarrollar los huesos, así como para prevenir el desgaste muscular. Existe evidencia de que el ejercicio, especialmente durante la infancia y la adolescencia, puede influir en la estructura y geometría óseas, como un mayor diámetro de los huesos y una arquitectura trabecular más fuerte, lo que puede reducir el riesgo de fracturas más adelante en la vida^(8,19).

Niñez y adolescencia



La formación de huesos fuertes comienza en el vientre materno, por lo tanto, una dieta y un estilo de vida saludables durante el embarazo pueden beneficiar a la futura generación. Los huesos son tejidos vivos y después del nacimiento el esqueleto sigue creciendo hasta los últimos años de la adolescencia, alcanzando su máxima fortaleza y tamaño (masa ósea máxima) durante los primeros años de la adultez, alrededor de los 25 años. Por lo tanto, nunca es demasiado temprano para invertir en la salud ósea. La prevención de la osteoporosis comienza con el crecimiento óptimo de los huesos y su desarrollo durante la juventud, por lo cual los niños y adolescentes deben:

- ▶ Asegurar una dieta nutritiva con la ingesta de cantidades adecuadas de calcio.
- ▶ Evitar la malnutrición y la ingesta deficiente de proteínas.
- ▶ Mantener un suministro adecuado de vitamina D.
- ▶ Realizar actividad física periódica.
- ▶ Evitar los efectos del tabaquismo pasivo.



En general, es ampliamente aceptado que los deportes que transmiten patrones de movimiento multidireccional de alto impacto y cargas proporcionan un estímulo osteogénico óptimo^(14,22). Por el contrario, la participación en deportes que involucran ciclos de carga repetitivos o de bajo impacto (como carreras de resistencia) o deportes que no soportan peso (como ciclismo y natación) no suelen generar beneficios para la DMO. De hecho, algunos grupos de atletas como los ciclistas y los jugadores de jockey, tienen una densidad mineral ósea (DMO) más baja que los controles no atléticos, lo que implica una influencia negativa de algunos tipos o volúmenes de ejercicio sobre los huesos^(14,19,22). De aquí la importancia de los tipos específicos de actividad física/ejercicios, para mejorar, mantener o atenuar la pérdida de DMO^(8,22).

Es importante no caer en la realización de actividad física intensa y excesiva que implique un sufrimiento mayor del tolerable en los entrenamientos ya que esto puede inducir cambios hormonales, perturbaciones menstruales e incluso amenorrea lo que conlleva a efectos negativos sobre la estructura ósea^(8,12,19).

Se ha estimado que un aumento del 10% de la masa ósea máxima en los niños disminuye en un 50% el riesgo de sufrir una fractura osteoporótica en la adultez. Por lo que resulta importante desarrollar, durante la niñez y la adolescencia, el potencial genético para alcanzar la masa ósea máxima^(8,18,19).



Adultez

La masa ósea desarrollada durante la juventud es un factor importante y determinante del riesgo de fractura osteoporótica en etapas más avanzadas de la vida. Cuanto más elevado sea el nivel de masa ósea máxima, menor será el riesgo de sufrir osteoporosis. Una vez que se alcanza la masa ósea máxima, esta se mantiene mediante el proceso continuo de remodelación ósea. La renovación ósea es responsable de la fortaleza de los huesos durante toda la vida. Durante la niñez y los primeros años de la adultez, la formación ósea es más importante que la resorción ósea. Sin embargo, más adelante, el porcentaje de resorción ósea es mayor que el porcentaje de formación ósea, por lo que se produce una pérdida ósea neta que se traduce en debilidad ósea. Por ende, cualquier factor que provoque un mayor índice de remodelación ósea conducirá, en última instancia, a una pérdida más acelerada de masa ósea y a huesos más frágiles^(18,19).



Las recomendaciones sobre nutrición y estilo de vida indicadas para el desarrollo de huesos fuertes durante la juventud son igualmente válidas para los adultos; debiendo estos últimos, además de mantener los hábitos de vida saludables ya comentados, evitar la malnutrición, particularmente, los efectos de dietas que provocan grandes descensos de peso y trastornos alimentarios. En cuanto a la actividad física, se recomienda realizar ejercicios con peso de forma periódica^(8,18,19). Recordando que el objetivo de salud ósea en esta etapa se centra en evitar la pérdida ósea prematura y mantener un esqueleto sano^(18,19).

Estar activo beneficia la fuerza ósea y muscular independientemente de la edad ya que el aumento de la fuerza muscular conduce a un mejor mantenimiento de la masa ósea al estimular la formación ósea y disminuir la resorción, lo que reduce el riesgo de fracturas, además de mejorar la confianza y la coordinación, lo que contribuye a la prevención de caídas^(8,19).

Los estudios muestran una asociación beneficiosa entre una mayor actividad física de por vida y la preservación de la DMO, así como un menor riesgo de fractura de cadera, húmero y vertebral, en la vejez. En marcado contraste, la inmovilización del esqueleto (en forma de reposo en cama, yeso o lesión de la médula espinal) conduce a la pérdida ósea, atrofia muscular y mayor susceptibilidad a fracturas en tan solo unas pocas semanas. La inmovilización aumenta la reabsorción osteoclástica vinculado a una disminución en la formación osteoblástica^(8,19,21).

En diversos estudios se ha logrado evidenciar, que las respuestas fisiológicas del sistema muscular y osteoarticular son directamente proporcionales a la intensidad del estímulo, lo que sugiere cambios positivos importantes cuando se varían las cargas de un nivel medio a elevado. Teniendo en cuenta las características de la población objetivo, se recomienda acudir a un control diagnóstico previo para establecer los niveles de partida de las capacidades, así como a un procedimiento de control para la sesiones, que permite hacer seguimiento puntual a la percepción particular del esfuerzo respecto al tipo e intensidad de la tarea, así como una progresión continua de las cargas aplicadas. La programación del volumen y la frecuencia en los componentes del ejercicio son de ayuda para establecer cargas saludables de entrenamiento que aseguren un estrés mínimo y máximo desde cada componente⁽⁴⁾. No debemos olvidar que si bien el ejercicio es beneficioso para las personas con osteoporosis, se debe evitar el de alto impacto, no son recomendables movimientos bruscos, ni ejercicios con altas cargas o que ocasionen, tensión excesiva en los huesos⁽⁵⁾.





Muchos de los efectos beneficiosos de la práctica de ejercicio, tanto de las actividades de fortalecimiento como de las de resistencia, disminuyen al cabo de 2 semanas si la actividad se reduce sustancialmente, y desaparecen transcurridos 2 a 8 meses si no se reanuda, por lo que es importante asegurar una adherencia a la rutina de actividad física para poder evidenciar y mantener a largo plazo sus beneficios⁽¹¹⁾. Cabe señalar que la caminata casual puede no reducir el riesgo de fracturas, sin embargo, un gran estudio de cohortes respalda el beneficio de caminar a paso ligero para reducir el riesgo de fractura de cadera, indicando que caminar más de 4 horas a la semana pueden reducir las fracturas de cadera en un 41 %⁽¹⁹⁾.



Mujeres y la menopausia

La masa ósea máxima se alcanza tanto en los hombres como en las mujeres alrededor de los 25 años. En lo sucesivo, en el hombre se produce un descenso gradual en la edad avanzada y, en la mujer, después de una meseta, tiene lugar un período de pérdida ósea acelerada, que se prolonga durante varios años después de la menopausia⁽¹⁹⁾.

La menopausia también es responsable de otros cambios significativos en el cuerpo, que pueden contribuir a aumentar la masa grasa y reducir la masa corporal magra; esto puede verse potenciado por bajos niveles de actividad física (AF)^(6,1). La prevalencia de sedentarismo (<150 min semanales de AF moderada a vigorosa) aumenta con la edad, alcanzando el 30% en mujeres posmenopáusicas, factor que puede conducir a una reducción de masa y fuerza muscular, alteración de la locomoción y el equilibrio, posiblemente aumentando el número de caídas y sucesivamente disminuyendo la calidad de vida, lo que lleva a la dependencia para realizar las actividades diarias^(6,17).

Adicionalmente, lograr mantenerse en el peso ideal y realizar ejercicio físico aeróbico y ejercicios de fuerza/resistencia periódicamente, pueden mantener o incrementar de forma discreta pero significativa la densidad ósea en mujeres posmenopáusicas^(1,10), un estudio en el que se midieron los efectos de 2 años de entrenamiento para prevención de osteoporosis en mujeres posmenopáusicas basado en un programa de ejercicio combinado de impacto, fuerza y resistencia progresiva, fue efectivo para mantener los niveles de densidad mineral ósea⁽²⁾.



Otros estudios describen que el ejercicio aeróbico con carga de peso de intensidad moderada a alta (como caminar rápido, subir escaleras o trotar), el entrenamiento de resistencia progresiva de alta intensidad (levantar pesas) y el ejercicio de alto impacto (como saltar o saltar la cuerda) pueden llegar a aumentar la DMO en 14% por año en mujeres pre y posmenopáusicas⁽¹⁹⁾.

Adultos mayores



Debido a que el hueso es tejido vivo, durante la infancia y la edad adulta, el ejercicio puede fortalecer los huesos. Sin embargo, para los adultos mayores, el ejercicio no incrementa la masa ósea en igual medida^(5,15,19,22,25), logrando obtener los mayores beneficios de la práctica de ejercicio regular debido a que éste conlleva a retrasar la pérdida ósea atribuible al desuso, al fortalecimiento de la masa muscular y mejora de la fuerza, mejora de la coordinación y del equilibrio; lo cual puede ayudar a reducir el riesgo de caídas, mejorar la función diaria y retrasar la pérdida de independencia^(5,10,19,25).

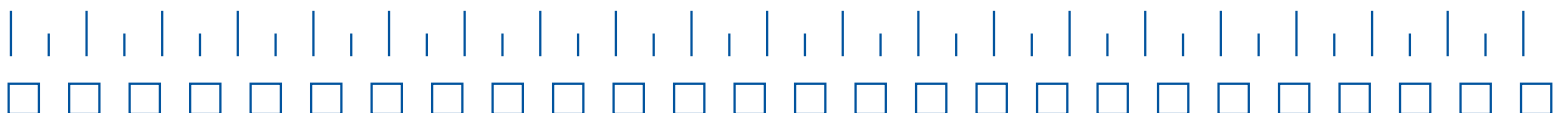
Las investigaciones muestran que para mujeres mayores de 80 años, un régimen de ejercicio personalizado que incorpora fortalecimiento muscular progresivo, entrenamiento para el equilibrio y un plan de caminata, puede reducir el riesgo general de caídas en aproximadamente un 20% y reducir las caídas graves que provocan lesiones en más del 30%⁽¹⁹⁾. El aspecto del equilibrio es importante, un estudio ha revelado que los pacientes que practican Tai-chi, un ejercicio centrado en el equilibrio, caen solo la mitad que sus compañeros. El Tai-chi también puede ser beneficioso para retrasar la pérdida ósea en los huesos de carga en mujeres posmenopáusicas tempranas⁽¹⁹⁾.

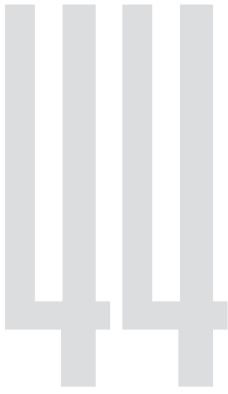




En general se recomienda que en personas mayores independientes o que viven en comunidad, la prescripción del ejercicio contemple entrenamiento aeróbico, de fuerza, equilibrio y flexibilidad⁽²⁵⁾. Según la Sociedad española de geriatría y gerontología (S.E.G.G), es recomendable clasificar en 2 grupos a las personas mayores para que logren obtener el mayor beneficio posible de la realización de actividad física con el menor riesgo⁽²⁵⁾.

- ▶ **1. Personas con bajo riesgo de caída:** Siempre que la persona mayor tenga autonomía suficiente es recomendable que siga un programa recreativo de actividad física, entre los cuales destaca el Tai-Chi. Además existen otros programas que pueden mejorar su equilibrio: baile de salón, gerontogimnasia (que incluya ejercicios de fuerza y resistencia muscular, de aeróbico o resistencia cardiorrespiratoria, de elasticidad, de flexibilidad, de equilibrio, de coordinación), gimnasia en el agua. Además pueden practicar otros deportes adaptados: natación, ciclismo, petanca, yoga, senderismo... Estos programas tienen contenidos y objetivos mucho más variados y motivantes y pueden conseguir mayores logros en la salud integral a través de la mejora de distintos aspectos de la salud, tanto psicosociales (depresión, ansiedad, afectividad, autoestima) como físicos (capacidad aeróbica, flexibilidad, fuerza y resistencia muscular, coordinación, equilibrio, composición de la masa corporal). Además también puede realizar los ejercicios propuestos para personas con alto riesgo de caída con una pequeña pesa en el tobillo (de 250, 500 ó 1.000 gr.), o bien realizarlos mayor número de repeticiones⁽²⁵⁾.
- ▶ **2. Personas con alto riesgo de caída:** Deben realizar ejercicio en situaciones controladas que minimicen el riesgo de caída; sentados, o con apoyo o posibilidad de apoyarse ante un desequilibrio, y descargando el miembro inferior todo lo posible. El umbral de estimulación estará muy bajo y el inicio del entrenamiento tendrá un menor nivel de exigencia. La S.E.G.G, recomienda un programa de ejercicios que mejoren el equilibrio, estabilidad y fuerza muscular, siendo ésta la única intervención que, de forma aislada, ha demostrado ser eficaz. Se incluirá la marcha en sus distintas modalidades (adelante, atrás, lateral, recta, en curva). Los ejercicios se realizarán un número de veces suficiente para provocar algo de cansancio y se irán aumentando, o se cambiará de ejercicio en función a las mejoras. Este programa se irá complementado con la mejora de la resistencia cardiorrespiratoria, para retrasar la fatiga en la realización de actividades con componente físico. La persona ha de caminar diariamente durante un tiempo suficiente para provocar algo de cansancio (o realizar ejercicios similares como montar en bicicleta estática, bailar). Siempre seleccionando la actividad mas adecuada para la persona, determinando el número de repeticiones, el uso o no de pesas o los desplazamientos en función de las posibilidades individuales y de su evolución⁽²⁵⁾.





Consideraciones especiales

- ▶ En cuanto a medidas específicas para el paciente con cifosis, los estudios han mostrado la efectividad de los ejercicios de fortalecimiento de los músculos de la espalda, así como del entrenamiento de la fuerza muscular y el equilibrio^(3,10,19).
- ▶ El fortalecimiento de la musculatura paravertebral reduce el riesgo de fracturas vertebrales⁽¹⁹⁾. Los ejercicios controlados con carga de peso y entrenamiento del equilibrio previenen las caídas y las fracturas y mejoran la calidad de vida del paciente⁽³⁾. Algunos estudios refieren que en la fase subaguda y crónica de una fractura vertebral sería beneficiosa la terapia física mediante técnicas aplicadas de calor, ultrasonidos o hidroterapia y el inicio progresivo de un programa de ejercicios de potenciación de la musculatura paravertebral y toracoabdominal.

Contraindicaciones del ejercicio físico

Todo programa de actividad física que no presente un proceso previo de valoración clínica, funcional y psicológica debe ser evitado en los adultos mayores por el elevado riesgo que algunos modelos presentan para la salud cuando tienen interacción con ciertas enfermedades, medicamentos y estados de ánimo^(4,8,10).

Se debe tener especial atención al grupo de pacientes que presentan procesos de alto riesgo de dolor articular, de espalda o fractura osteoporótica, ya que varían las recomendaciones en éstos grupos cuando la enfermedad es inestable, presenta daño articular progresivo o dolores crónicos. A modo de ejemplo debe considerarse que los pacientes con riesgo de fractura osteoporótica deben evitar ejercicios relacionados con la flexo extensión de la columna vertebral (en pie o sentado) ya que, en este movimiento y en presencia de un estado de osteopenia, incrementa el riesgo de fractura por compresión vertebral anterior. Otra amenaza está dada en pacientes diagnosticados con osteoporosis con pobre masa muscular y alta masa grasa, donde los patrones de marcha, carrera y salto se ven alterados arriesgando la integridad del paciente^(3,4,10).

Finalmente, el grupo de pacientes diagnosticados de algún grado de osteoporosis y con problemas de equilibrio, así como pacientes con artritis deben ser supervisados profesionalmente debido al elevado riesgo de sufrir fracturas limitantes^(4,10).



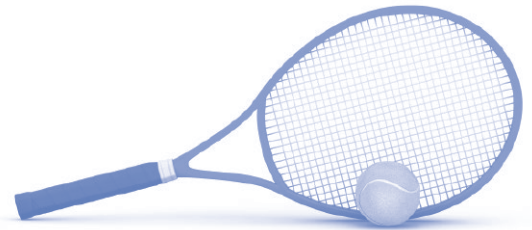
Conclusiones

Los objetivos generales para gozar de buena salud ósea en las diferentes etapas de la vida son^(18,19):

- ▶ **Niños y adolescentes:** Desarrollar el potencial genético para alcanzar la masa ósea máxima.
- ▶ **Adultos:** Evitar la pérdida ósea prematura y mantener un esqueleto sano.
- ▶ **Adultos mayores:** Prevenir y tratar la osteoporosis.

Los objetivos principales del tratamiento de la osteoporosis son ralentizar o frenar la disminución de DMO y prevenir las fracturas, por lo que las recomendaciones incluyen^(5,3,10,12):

- ▶ 1. Nutrición adecuada.
- ▶ 2. Hábitos de vida saludable.
- ▶ 3. Practicar ejercicio de forma regular.
- ▶ 4. Medidas de prevención de caídas para evitar fracturas.
- ▶ 5. Tratamiento farmacológico con indicación y seguimiento por el especialista.



Dentro de las recomendaciones de actividad física los mejores ejercicios para disminuir el riesgo de fractura son los que implican tanto la carga del propio peso: caminar, hacer senderismo, correr, subir escaleras, jugar tenis, bailar, Tai-chí, entre otros; como los de fortalecimiento muscular y postural por lo menos 30 a 40 minutos por sesión 3-4 días por semana^(3,8,10,21,22). Además, para que sea eficaz es necesario que la actividad física se mantenga en el tiempo⁽⁷⁾.

Debemos recordar que antes de iniciar un programa de ejercicio, es recomendable una valoración clínica previa, ya que si bien el ejercicio es beneficioso para las personas con osteoporosis, existen riesgos cuando no se realizan los mas adecuados para cada paciente^(5,7,10), por lo que la prescripción de ejercicio debe ser individualizada y adaptada a cada persona según su capacidad física^(7,19,25).



REHABILITAR EN EL AGUA CON EL MÉTODO DE LOS ANILLOS DE BAD RAGAZ (BRRM)

- ▶ Antecedentes. Historia
- ▶ Descripción del método. Principios Básicos
- ▶ Efectos fisiológicos. Indicaciones
- ▶ Contraindicaciones
- ▶ Ejemplos de ejercicios

Antecedentes. Historia

Ana Amelia Menéndez Bernardo



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

LA DENOMINACIÓN DEL MÉTODO QUE NOS OCUPA : "BAD RAGAZ", PROVIENE DE UN BALNEARIO SUIZO SITUADO EN LA LOCALIDAD QUE LLEVA ESTE NOMBRE. LAS AGUAS DE ESTE LUGAR SON CONOCIDAS YA DESDE EL SIGLO XV AL SER MENCIONADAS POR EL DR. HEMMERLI EN 1453.

A mediados del siglo XIII, los enfermos peregrinaban a la abadía Benedictina de Pfäfers para curarse en las aguas termales de este profundo barranco descubierto por un cazador del monasterio en 1240. No fueron usadas para el baño hasta tiempo después en el que se cavaron pequeñas oquedades a modo de bañeras en las rocas del estrecho desfiladero en el que está enclavado.



Los primeros datos de tratamientos que se puedan considerar terapéuticos datan de 1453 (Dr. Hemmerli). En esta fecha se empiezan a describir baños de inmersión continuos de 6 y 7 días con efectos beneficiosos para la salud física y psíquica. Se cree que respondían más a una cuestión práctica que puramente terapéutica puesto que el acceso a la zona era peligroso y complicado.

El interés en las propiedades curativas del manantial fue creciendo y en 1840 fueron derivadas sus aguas al pueblo de Bad Ragaz donde empezaron a llegar los primeros viajeros adinerados, sobretudo rusos, que viajaban a la zona en la que progresivamente se construirían hoteles y estancias de lujo.

El método, tal y como hoy está concebido, empezó a desarrollarse en los años 30 cuando los terapeutas comenzaron a tratar a los pacientes mediante trabajo **activo** en el agua.

Las primeras descripciones datan de 1955 (Ott 1955). En esta fecha se empezaron a usar elementos fijos tipo plintos en el agua en los que los terapeutas fijaban a los pacientes para proporcionar resistencia a los movimientos que en un principio eran simples y realizados en una sola dimensión.

Siguiendo en los años 50, Wilbad, evolucionó estos movimientos introduciendo anillos flotantes para el soporte de los pacientes usando como punto de apoyo al propio terapeuta, que les daba instrucciones de los ejercicios que debían realizar, creando resistencias adaptadas para conseguir una mejora, sobre todo de la fuerza (Tum Suden 1955, 1972 y Knupfer 1956, 1958).

Con la introducción de las técnicas de FNP* (Kabat 1952, 1953 y Knott 19689) los hidroterapeutas europeos empezaron a incorporar movimientos tridimensionales en el agua (Davis 1967).

El método termina de definirse, aunque continúa en evolución, con la cooperación de dos terapeutas alemanes entre los años 60 y 90 que adaptaron la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva al medio acuático. Inicialmente W. M. Zinn y Nele Ipsen y posteriormente Bridget Davies y Beatrice Egger.

BRRM o "Bad Ragaz Ring Method" sigue describiéndose con las aportaciones de Gamber y Lambeck J 2011. En Becker, BE y Cole, AJ y (eds) en su "Terapia acuática integral".

* FNP. FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA.



Descripción del método y Principios Básicos



Descripción del método



El BRRM es una técnica **ACTIVA** de trabajo en el agua en la que se usan las propiedades del medio acuático para crear un programa de ejercicios en los que la **facilitación y la resistencia** en la ejecución son los principios básicos.

Busca reproducir una serie de movimientos funcionales mediante estímulos verbales, visuales y táctiles adaptados al medio acuático i.e con la asistencia del agua, la resistencia dinámica de la misma y la ingravidez. Exige el manejo de las fuerzas hidrodinámicas especialmente la turbulencia.

El paciente realiza los ejercicios, en su mayoría, en flotación horizontal supina con apoyo de anillos o flotadores alrededor de cuello, brazos, pelvis (S2) y piernas.

El terapeuta se coloca en bipedestación con los pies firmemente anclados al fondo de la piscina con la lámina de agua a la altura de su T8-T10. La temperatura óptima del agua es entre 32 y 34 grados centígrados, dependiendo de la patología de cada paciente.

Todos los movimientos implican un contacto manual con el terapeuta , puesto que es quien dirige estos patrones oponiendo resistencia o sirviendo de apoyo para el control de cada uno de ellos. El control y el contacto ayudan en la consecución de los movimientos adecuados para facilitar o inhibir una respuesta (P. G. Atkinson, RA Harrison 1981).



Principios Básicos

- ▶ Cuando iniciamos un movimiento sobre una articulación con una dirección, intensidad y velocidad determinadas, éste **influye siempre de manera diferida** en el movimiento de articulaciones vecinas (MR Campin, 2000).
- ▶ Cualquier cambio de posición en un cuerpo promueve o fuerza una **reacción en busca del reequilibrio**, por ejemplo:
 - *Parar un movimiento mediante otro activo en contra.*
 - *Frenar el movimiento mediante otro de resistencia de carácter excéntrico o isométrico.*
- ▶ **Estímulo manual.** Aproximación y tracción. El terapeuta ejerce **presión** sobre la piel, lo que actúa como mecanismo facilitador para orientar la dirección del movimiento y de la respuesta motora.
- ▶ **Movimientos diagonales.** Los patrones de movimiento que usamos en nuestra vida diaria son patrones realizados, en su mayoría, en diagonal y espiral (en las tres dimensiones). En este caso los movimientos se realizarán en flexión, extensión, abducción, adducción, rotación interna y rotación externa.
- ▶ **Resistencia Máxima.** Se aplicará la máxima resistencia manual i.e se proporcionará un punto de apoyo muy firme.
- ▶ **Uso de órdenes o comandos claros y sencillos facilitando un esfuerzo voluntario.** Es de vital importancia la correcta planificación de las sesiones puesto que los ejercicios exigen concentración y producen fatiga al paciente. Una duración adecuada podrían ser 20 min.
- ▶ **Secuencia: Compresión - Tracción o empuje - Relajación.** Esta secuencia estimula los receptores propioceptivos articulares favoreciendo la amplitud articular.
- ▶ **Estiramiento.** La elongación de las fibras musculares provoca, por un movimiento reflejo, una mayor contracción muscular. El movimiento de estiramiento por tanto debe de ser breve y armónico y debe de ir seguido de un empuje activo del paciente.
Estiramiento - contracción activa - elongación...



► **No se recomiendan ejercicios muy duros** aplicados de manera directa en la zona afecta, especialmente en patología crónica, es mas efectivo realizarlos en áreas distales para producir efectos indirectos.

► **Los ejercicios se realizan de menor a mayor complejidad y dureza:**

- *Lento antes que rápido.*
- *Aumentando la resistencia con el uso de distintos materiales.*
- *Usando menos anillos de soporte.*
- *Introduciendo contracciones Isotónicas combinadas o repetidas muchas veces.*



Efectos fisiológicos. Indicaciones



Efectos Fisiológicos



BRRM recluta músculos débiles desbordando músculos fuertes y estimula la conciencia sensorial para rehabilitar la función neuromuscular. Los efectos más destacados de este método se centran por tanto en el sistema músculo esquelético.

- Fortalece la musculatura debilitada aumentando la potencia y la resistencia, sin una fatiga tan marcada como la que se produciría fuera del agua.
- Aumenta la circulación sanguínea y por tanto la oxigenación muscular.
- Proporciona un efecto analgésico por una disminución de la sensibilidad de los nociceptores y esa oxigenación muscular.
- Aumenta la relajación muscular.
- Aumenta la elasticidad de los tejidos peri articulares.
- Disminuye la carga en las articulaciones.
- Favorece la elasticidad y por tanto la amplitud de movimiento articular.





Indicaciones

Es aplicable en la gran mayoría de problemas de carácter ortopédico muy especialmente a los problemas de **columna y tronco de carácter crónico**.

- ▶ Tratamientos postquirúrgicos del aparato locomotor.
- ▶ Problemas musculares, tendinosos y neuropatías periféricas.
- ▶ Hemiplejía.
- ▶ Lesiones neuromusculares de MMII o MMSS.
- ▶ Lesiones del SNC (Particularmente efectivo en respuesta a los movimientos pasivos de estiramiento).
- ▶ Problemáticas relacionadas con el equilibrio.





Contraindicaciones

Exige una colaboración directa con el paciente que tiene que ser capaz de comprender y ejecutar las instrucciones dadas por el terapeuta en cada momento.

Está contraindicada en las situaciones en las que el trabajo en el agua también lo está como:

- ▶ Pacientes con insuficiencia respiratoria o cardíaca grave y en personas con inestabilidades hemodinámicas.
- ▶ Pacientes que sufran procesos infecciosos como Otitis, sinusitis o conjuntivitis.
- ▶ Estados febriles.
- ▶ Pacientes con problemas de mareo dado que reciben una gran estimulación vestibular.
- ▶ Problemas de termorregulación.
- ▶ HTA.
- ▶ Hipotensión.





Ejemplos de ejercicios

Los ejercicios del método se pueden realizar de manera bilateral o unilateral y se ejecutan movimientos de brazos, tronco y piernas.

- ▶ La actividad muscular puede ser **isométrica** cuando el paciente debe mantener una cierta posición en el agua ofreciendo resistencia a las fuerzas hidrodinámicas. El paciente tiene que ser capaz en estos casos de estabilizar una parte de su cuerpo mientras que otras están en movimiento.
- ▶ **Isocinética**. En este caso el terapeuta será el punto fijo. El paciente se mueve graduando la resistencia a través de la velocidad de movimiento. Es útil para ganar fuerza y aumentar el arco de movimiento.
- ▶ **Isotónica**. En este caso el terapeuta no es un punto fijo sino que gradúa y controla la resistencia y se comporta como un punto móvil de sujeción. Estabiliza y puede aumentar o disminuir la resistencia al movimiento. Es utilizado para ganar fuerza.



Artículo 1

- Akerman AP, Minson CT, Cotter JD (2016): Heat stress and deshydration in adapting for performance: Good, bad, both, or neither? *Temperature* (Austin). 2016 Jul 27;3(3):412-436.
- Amorim FT, Fonseca IT, Machado-Moreira CA, Magalhães Fde C. (2015): Insights into the role of heat shock protein 72 to whole-body heat acclimation in humans. *Temperature* (Austin). 2015 Nov 11;2(4):499-505.
- Baranaukas MN, Constantini K, Hunter L Paris, Chad C Wiggins, Zachary J Schlader, Chapman Robert F (2021): Heat Versus Altitude Training for Endurance Performance at Sea Level. *PubMed*. 2021 Jan;49(1):50-58.
- Carr AJ, Saunders P, Garvican-Lewis L, Vallance BS (2020): Altitude and Heat Training in Preparation for Competitions in the Heat: A Case Study. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020 Apr 23;1-5.
- Corbett, J., Neal, R.A., Lunt, H.C., & Tipton, M.J. (2014): Adaptation to heat and exercise performance under cooler conditions: A new hot topic. *Sports Medicine*, 44(10), 1323-1331. *PubMed* ID: 24943043 doi:10.1007/s40279-014-0212-8.
- Corbett J, Rendell RA, Massey HC, Costello JT, Tipton MJ. (2018): Inter-individual variation in the adaptive response to heat acclimation *J Therm Bio*: 2018 May;74:29-36. *Epub* 2018 Mar 9.
- Chapman, RF (2013): La respuesta individual al entrenamiento y la competición en altura. *Revista británica de medicina deportiva*, 47(Suppl 1), 40-44.
- Chapman, RF, Stray-Gundersen, J. y Levine, BD (1998): Variación individual en respuesta al entrenamiento en altitud. *Journal of Applied Physiology*, 85(4), 1.448-1.456.
- Ely BR, Cheuvront SN, Kenefick RW, Sawka MN (2010): El rendimiento aeróbico se degrada, a pesar de la modesta hipertermia, en ambientes cálidos. *Medicina y Ciencia en Deportes y Ejercicio*, 42(1), 135-141.
- Ely BR, Lovering AT, Horowitz M, Minson CT (2014): Heat acclimation and cross tolerance to hypoxia: Bridging the gap between cellular and systemic responses. *Temperature* (Austin). 2014 Jul 8;1(2):107-14.
- Febbraio MA, Snow RJ, Hargreaves M, Stathis CG, Martin IK, Carey MF (1994): Muscle metabolism during exercise and heat stress in trained men: effect of acclimation. *J Appl Physiol* (1985). 1994 Feb;76(2):589-97.
- Folk, GE (1974): Avances recientes en problemas de hibernación de mamíferos. *Jr.Prog Biometeorol*. 1974; 1 Pt 1B: 581-4, 714-5.
- Folk, G.Jr. (1966). Introduction to Environmental Physiology. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Fregly MJ (2011). Adaptaciones: algunas características generales. *Compr. Physiol* 10.1002 / cphy.cp040101.
- Fulco CS, Rock PB, Cymerman A. (1998): Rendimiento de ejercicio máximo y submáximo en altitud. *Medicina de la aviación, el espacio y el medio ambiente*, 69(8), 793-801.
- Gerrett N, Kingma BRM, Sluijter R, et al. (2019): Ambient conditions prior to Tokyo 2020 olympic and paralympic games: considerations for acclimation or acclimatization strategies. *Front Physiol*. 2019; 10:414.
- Gibson OR, James CA, Mee JA, Willmott AGB, Turner G, Hayes M, Maxwell NS (2019): Heat alleviation strategies for athletic performance: A review and practitioner guidelines. *Pub med*: 2019 Oct 12;7(1):3-36.
- Gibson OR, Turner G, Tuttle JA, Taylor L, Watt PW, Maxwell NS (1985, 2015): Heat acclimation attenuates physiological strain and the HSP72, but not HSP90a, mRNA response to acute normobaric hypoxia. *J Appl Physiol* (1985). 2015 Oct 15;119(8): 889-99.
- Gibson OR, Taylor L, Watt PW, Maxwell NS (2017): Cross-Adaptation: Heat and Cold Adaptation to Improve Physiological and Cellular Responses to Hypoxia. *Sports Med*. 2017 Sep;47(9): 1751-1768.
- Gill N, Sleivert G (2001): Effect of daily versus intermittent exposure on heat acclimation. *Aviat Sp Environ Med*. 2001;72:385-390.
- GonzalezAlonso J, Teller C., AndersenSL, JensenFB, Hyldig T, Nielsen B. (1999): Influencia de la temperatura corporal en el desarrollo de fatiga durante el ejercicio prolongado con calor. *Journal of Applied Physiology*, 86(3), 1.032 mil-1.039 mil. *ID de PubMed*: 10066720 doi: 10.1152 / jappl.1999.86.3.1032.
- Gore CJ, Clark SA, Saunders PU (2007): Mecanismos no hematológicos de rendimiento mejorado a nivel del mar después de exposición hipóxica. *Medicina y ciencia en el deporte y el ejercicio*, 39(9), 1600-1609.
- Gore, CJ, Hahn AG, Aughey RJ, Martin DT, Ashenden MJ, Clark SA, McKenna MJ (2001): Vive alto: el entrenamiento bajo aumenta la capacidad de amortiguación muscular y la eficiencia de ciclismo submáxima. *Acta Physiologica Scandinavica*, 173(3), 275-286.
- Gunga, H. (2015). *Human Physiology in Extreme Environments*. Amsterdam: Elsevier.
- Hagberg J, Coyle E. (1983): Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. *Med Sci Sports Exerc*. 1983;15(4):287-289.



- Heled Y, Peled A, Yanovich R, Shargal E, Pilz-Burstein R, Epstein Y, Moran DS (2012): Heat acclimation and performance in hypoxic conditions. *Aviat Space Environ Med.* 2012 Jul;83(7): 649-53.

- Hiestand WA, Stemler FW, Jasper RL (1955): Increased anoxic resistance resulting from short period heat adaptation. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1955Jan; 88 (1): 945.

- Hori S.: Adaptación al calor (1995): *Jpn J Physiol.* 1995; 45(6): 921-46.

-Horowitz, M. (2014): Heat acclimation, epigenetics, and cytoprotection memory. *Compr. Physiol.* 4: 199-230.

- IUPS.T.(1987).Glossary of terms for thermal physiology.Second edition. Revised by the commission for thermal physiology of the international union of physiological sciences (IUPS thermal commission). *Pflugers Arch.*410,567-587.

- Kirwan M, Costill DL, Fink WJ, Flynn M, (1987): Composición de la fibra muscular y actividades enzimáticas en corredoras de élite femeninas. *Int J Sports Med.* 1987 Nov; 8 Supl 2: 103-6. doi: 10.1055/s-2008-1025714.

- Kregel KC. Proteínas de choque térmico: factores modificadores en las respuestas de estrés fisiológico y termotolerancia adquirida. *J Appl Physiol* (1985). Mayo de 2002; 92 (5): 2177-86. doi: 10.1152/jappphysiol.01267.2001.

- Lee BJ, Mackenzie RW, Cox V, James RS, Thake CD. (2015): Human monocyte heat shock protein 72 responses to acute hypoxic exercise after 3 days of exercise heat acclimation. *Pubmed.* 2015;2015:849809. doi: 10.1155/2015/849809. Epub 2015 Mar 22.

- Lee BJ, Miller A, James RS, Thake CD. (2016): Cross Acclimation between Heat and Hypoxia: Heat Acclimation Improves Cellular Tolerance and Exercise Performance in Acute Normobaric Hypoxia. *Front. Physiol.*, 08 March 2016 | <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2016.00078>

- Lemaire R. (1960): Papel de los factores climáticos en la etiología de las enfermedades vasculares. *Flebología* 1977 julio-septiembre; 30 (3): 229-32.

-Leon LR, Bouchama A. (2015): Golpe de calor. *Fisiología integral*, 5(2), 611-647. I



-Levine BD, Stray-Gundersen J. (2005): Punto: Los efectos positivos de la hipoxia intermitente (alta en vivo: entrenamiento bajo) sobre el rendimiento del ejercicio están mediados principalmente por el aumento del volumen de glóbulos rojos. *Journal of Applied Physiology*, 99(5). 2053-2055.

- Lind A, Bass DE. (1963): Optimal exposure time for the development of heat acclimation. *Fed. Proc.* 22:704-708.-PubMed.

- Lorenzo S, Halliwill JR, Sawka MN, Minson CT; (2010): Heat acclimation improves exercise performance. *J Appl Physiol* (1985) Octubre de 2010; 109(4): 1140-1147.

-Mack GW, Nadel ER (1996): Body fluid balance during heat stress in humans. In: M.J. Fregly and C.M. Blatteis (eds). *Handbook of Physiology: Environmental Physiology*. New York: Oxford University Press, Bethesda, MD: Am. Physiol. Soc., sect. 4, pp. 187-214.

- McCleave EL, Slattery KM, Duffield R, Saunders PU, Sharma AP, Crowcroft S, Coutts AJ. (2019): Impaired Heat Adaptation From Combined Heat Training and "Live High, Train Low" Hypoxia. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019 May 1; 14(5): 635-643.

- McClung JP, Hasday JD, He JR, Montain SJ, Cheuvront SN, Sawka MN, Singh IS.Am (2008): Exercise-heat acclimation in humans alters baseline levels and ex vivo heat inducibility of HSP72 and HSP90 in peripheral blood mononuclear cells. *J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2008 Jan; 294(1): R185-91.

-Nadel ER, Pandolf KB, Roberts MF, Stolwijk JAJ (1974): Mechanisms of thermal acclimation to exercise an heat. *J. Appl. Physiol.* 37: 515-520.

- Nava R , Zuhl MN (2019): Heat acclimation-induced intracellular HSP70 in humans: a meta-analysis. 2020 Jan;25(1):35-45. Epub 2019 Dec 10.

-Nybo L, Rasmussen P, Sawka MN (2014): Performance in the heat-physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue. *Compr. Physiol.* 4: 657-689.

-Pallubinsky H, Phielix E, Dautzenberg B, Schaart G, Connell NJ, Vera de Wit-Verheggen, Havekes B,; Van Baak MA, Schrauwen P, Wouter D van Marken Lichtenbelt (2020): La exposición pasiva al calor mejora el metabolismo de la glucosa en humanos con sobrepeso. *Acta Physiol (Oxford)* 2020 agosto; 229 (4).

-Périard JD, Racinais S. (2016): Rendimiento y ritmo durante el ejercicio en bicicleta en condiciones hipertérmicas e hipóxicas. *Medicina y ciencia en el deporte y el ejercicio*, 48(5),845-853.

- Périard JD, Racinais S, Sawka MN, Scand J (2015): Adaptaciones y mecanismos de aclimatación al calor humano: aplicaciones para atletas y deportes competitivos. *Med Sci Sports.* 2015 Jun; 25 Supl 1: 20-38.

-Périard JD, Travers GJS, Racinais S, Sawka MN (2016): Adaptaciones cardiovasculares que favorecen la aclimatación humana al ejercicio y al calor. *Neurociencia autónoma*, 196, 52-62.

- Racinais S, Alonso JM, Coutts AJ, Flouris AD, Girard O, González-Alonso J, Hausswirth C, Jay O, Lee JK, Mitchell N, Nassis GP, Nybo L, Pluim BM, Roelands B, (2015): Recomendaciones de consenso sobre entrenamiento y competición en el calor. *Septiembre de 2015; 49 (18): 1164-73. doi: 10.1136 / bjsports-2015-094915. Epub 2015 11 de junio.*



- Racinais S, Casa D, Brocherie F, Ihsan M. (2019): Translating science into practice: the perspective of the Doha 2019 IAAF World Championships in the heat. *Front Sports Act Living*. 2019;1(39):1–8.
- Saunders PU, Garvican-Lewis LA, Chapman RF, Périard JD (2019). *Special Environments: Altitude and Heat. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2019, 29, 210-219 <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0256>.
- Saunders PU, Pyne DB, Gore CJ (2009a): Entrenamiento de resistencia en altura. *Gran altitud Medicina y Biología*, 10(2), 135-148.
- Saunders PU, Telford RD, Pyne DB, Cunningham RB, Gore CJ, Hahn AG, Hawle JA (2004): Economía de carrera mejorada en corredores de élite después de 20 días de exposición simulada a altitud moderada. *Revista de fisiología aplicada*, 96(3), 931-937.
- Saunders PU, Telford RD, Pyne DB, Hahn AG, Gore CJ (2009c): Mejor economía de carrera y aumento de la masa de hemoglobina en corredores de élite después de una exposición prolongada a altitud moderada. *Revista de ciencia y medicina en el deporte*, 12(1), 67-72.
- Sawka MN, Coyle EF(1999): Influence of body water and blood volumen on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc. Sport. Sci. Rev*. 27: 167-218.
- Sawka MN, Leon LR, Montain SJ, Sanna LA(2011): Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress. *Compr. Physiol*. 1:1883–1928. -PubMed.
- Sawka, MN, Wenger CB, Pandolf KB(1996): Thermoregulatory responses to acute exercise-heat stress an heat acclimation. In: M.J. Flegly and C.M. Blatteis (eds) *Handbook of Physiology*, Section 4, Environmental Physiology, Oxford University Press, Newyork, Section 4, pp. 157-185.
- Sawka MN, Pandolf KB, Avellini BA, Shapiro Y (1983): Does heat acclimation lower the rate of metabolism elicited by muscular exercise? *Aviat Space Environ Med*. 1983 Jan; 54(1): 27-3.
- Sawka MN, Wingo J, Périard JD.Br (2015): Consensus recommendations on training and competing in the heat. *J Sports Med*. 2015 Sep; 49(18): 1164-73. doi: 10.1136/bjsports-2015-094915. Epub 2015 Jun 11.
- Tyler CJ, Reeve T, Hodges CJ, Cheung SS (2016): Los efectos de la adaptación al calor en la fisiología, la percepción y el rendimiento del ejercicio en el calor: un metaanálisis. *Sports Medicine*, 46(11), 1699-1724.
- Taylor NAS, Wilmore BR, Cotter JD, Bashford JM, (2006): Ventilatory changes in heat-stressed humans with spinal-cord injury. *Pubmed*: 2006 Mar; 44(3): 160-4. doi: 10.1038/sj.sc.3101823.
- Taylor NA (2014): Human heat adaptation. *Compr Physiol*. 2014 Jan;4(1): 325-65.
- Daanen HA, Jonkman AG, Layden JD, LinnaneDM, Weller AS (2007): Cuantificación de la descomposición y reinducción de la aclimatación al calor en seco después de 12 y 26 días sin exposición al estrés por calor. *Eur J Appl Physiol*. Diciembre de 2007; 102 (1): 57-66.
- White AC, Salgado RM, Schneider S, Loeppky JA, Astorino TA, Mermier CM (2014): Does heat acclimation improve exercise capacity at altitude? A cross-tolerance model. *Int J Sports Med*. 2014 Nov; 35(12): 975-81. doi: 10.1055/s-0034-1368724. Epub 2014 May 9.
- White AC, Roy M Salgado, Todd A Astorino, Jack A Loeppky, Suzanne M Schneider, James J McCormick, Trisha A McLain, Len Kravitz, Christine M (2015): The effect of 10 days of heat acclimation on exercise performance in acute hypobaric hypoxia (4350 m) MermierTemperature (Austin). 2015 Jul 25; 3(1): 176-85.
- Williams CG, Wyndham CH, Heyns A (1968): The problem of "optimum" acclimatisation. *Int Z Angew Physiol*. 1968; 26(4): 298-308.
- Willmott AGB, Hayes M, James CA, Deckerle J, Gibson OR, Maxwell NS. (2018): Once- and twice-daily heat acclimation confer similar heat adaptations, inflammatory responses and exercise tolerance improvements. *Physiol Rep*. 2018 December; 6(24).
3. Faria E., Parker D., Faria I. (2005). *The science of cycling: physiology and training - part 1*. *Sports Med*, 35(4): 285-312.
4. Stump, C.S., Henriksen, E.J., Wei, Y. & Sowers, J.R. (2006). *The metabolic syndrome: role of skeletal muscle metabolism*. *Ann Med*, 38, 389-402.
5. Sitko S., López I., Cirer-Sastre R., Corbi F., Calleja-González J. (2019). *Physiological demands and characteristics of the participants in a cycling sportive event*. *J.Sports Medicine*. 4-6
6. Harmon E (2008). *Biomechanics of resistance exercise*. In: *Essentials of Strength & Conditioning* (3rd ed). TR Baechle and RW Earle, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 65–91.
7. Bergstrom H., Travis M., Wallace B. (2018). *Examination of a Multi-ingredient Preworkout Supplement on Total Volume of Resistance Exercise and Subsequent Strength and Power Performance*. *J Strength Cond Res*.
8. Burkle E., (1988) *Ciencia del ciclismo*. California, Editorial Human Kinetics 224p.)
9. Sawyer B., Stokes D., Womack C. Hugh R., Weltman A., Gaesser G.(2014). *Strength training increases endurance time to exhaustion during high-intensity exercise despite no change in critical power*. *J Strength Cond Res*.
10. Cormie P. (2011). *Developing Maximal Neuromuscular Power: Part 2 - Training Considerations for Improving Maximal Power Production*. *Sports Medicine*, Australia.
11. Janz J., Malone M. y Dietz C. (2008). *Explosive Strength Training: Beyond Weight Lifting*. University of Minnesota.
12. Davies G., Riemann B., y Manske R. (2015). *CURRENT CONCEPTS ON PLYOMETRIC EXERCISES*. Armstrong State University, Savannah, USA. (6):760-86.
13. Olney N., Wertz T., LaPorta Z., Mora A., Serbas J., Astorino T. (2018). *Comparison of Acute Physiological and Psychological Responses Between Moderate-Intensity Continuous Exercise and Three Regimes of High-Intensity Interval Training*. *J Strength Cond Res*. 32(8):2130-2138.
14. Kordi M., Folland J., Goodall S. Menzies C., Sarika T., Evans M., Thomas K., Howatson G. (September 2020). *Cycling-specific isometric resistance training improves peak power output in elite sprint cyclists*. *Scand J Med Sci Sports*. 30(9):1594-1604.

Artículo 2

1. Jeukendrup AE, Craig NP, Hawley JA (2000). *The bioenergetics of world class cycling*. *J Sci Med Sport* 3: 414-33.
2. Flanagan, E. P., y Comyns, T. M. (2008). *The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training*. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32-38. (3)



15. Marciniak, E. J., Potts, J., Schlabach, G., Will, S., Dawson, P., y Hurley, B. (1991). Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23 (6), 739-743.

16. Bompá, T. «Periodización del entrenamiento deportivo». Ed. Paidotribo. Barcelona, 2004.

17. Bazyler, C. D., Abbott, H. A., Belton, C. R., Taber, C. B., & Stone, M. H. (2015). Strength Training for Endurance Athletes: Theory to Practice. *Strength & Conditioning Journal*, 37(2), 1-12.

18. Ozaki H., Loenneke J., Thibaud R, Abe T. (2015) Cycle training induces muscle hypertrophy and strength gain: strategies and mechanisms. *Acta Physiol Hung.* 102(1):1-22.

19. Berryman N., Mujika I., Bosquet L. (2019). Concurrent Training for Sports Performance: The 2 Sides of the Medal. *Int J Sports Physiol Perform.* 14(3):1-22.

20. Silva R., Cadore L., Kothe G. Guedes M., Alberton C., Pinto S., Pinto R., Trindade G., Kruel L. (2012). Concurrent training with different aerobic exercises. *Int J Sports Medicine.* 33(8):627-34.

21. Hickson, R.C (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 45(2-3):255-63.

22. Montero D., Lundby C. (2015) The Effect of Exercise Training on the Energetic Cost of Cycling. *Sports Med.* 45(11):1603-18.

23. Aagaard P., Andersen J., Bennekou M., Larsson B. Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scand J Med Sci Sports.* 2011 Dec;21.

24. Kazior Z., Willis S., Moberg M. (2016). Endurance Exercise Enhances the Effect of Strength Training on Muscle Fiber Size and Protein Expression of Akt and mTOR. *PLoS One.*

25. Ronnestad B., Hansen E. (2009). Strength training improves 5-min all-out performance following 185min of cycling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.* (2):250-9.

26. Berryman N., Mujika I., Arvisais D. (2018). Strength Training for Middle- and Long-Distance Performance: A Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform.* 13(1):57-63.

27. Valéria Panissa, Valmor Tricoli, Ursula Julio, Ribeiro N., De Azevedo R., Carmo E., Franchini E. (2015). Acute effect of high-intensity aerobic exercise performed on treadmill and cycle ergometer on strength performance. *J Strength Cond Res.*

28. Ronnestad B. (2009). Effect of heavy strength training on thigh muscle cross-sectional area, performance determinants, and performance in well-trained cyclists. *Inland Norway University of Applied Sciences.* 108(5):965-75.

29. Lucia A., Hoyos J. and Chicharro J.L. (2000). Physiological response to professional road cycling: climbers vs time trialists. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 505-512.

30. Ronnestad B, Hansen E, Raastad T. (2010) In-season strength maintenance training increases well-trained cyclists' performance. *Eur J Appl Physiol.* 2010 Dec;110(6):1269-82.

31. Wang L., Shao Q., Ma G. (2020) Pedaling Performance Changing of Elite Cyclists Is Mainly Determined by the Fatigue of Hamstring and Vastus Muscles during Repeated Sprint Cycling Exercise. *BioMed Research International.*

32. Rannama I., Bazanov B., Baskin K. (2012). Isokinetic muscle strength and short term cycling power of road cyclists. *Institute of health Sciences and Sport, Tallinn University, Estonia.*

33. Slater L., Hart J. (2017). Muscle Activation Patterns During Different Squat Techniques. *J Strength Cond Res.*

Artículo 3

1. Rodríguez Moldón, Yarimi, Darías Jiménez, Yoandry, & Rodríguez Duque, Raisa. (2018). El ejercicio físico para contrarrestar la osteoporosis. *Correo Científico Médico*, 22(3), 361-364. Recuperado en 10 de agosto de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812018000300001&lng=es&tlng=es.

2. C. García-Gomariz, C. Igual-Camacho, D. Hernández-Guillen, J.M. Blasco, Efectos de un programa de ejercicio combinado de impacto, fuerza y resistencia en la prevención de osteoporosis de mujeres posmenopáusicas, *Fisioterapia*, Volume 41, Issue 1, 2019, Pages 4-11, ISSN 0211-5638, <https://doi.org/10.1016/j.ft.2018.11.001>.

3. Antonio Naranjo Hernández, Petra Díaz del Campo Fontecha, María Pilar Aguado Acín, Luis Arbolea Rodríguez, Enrique Casado Burgos, Santos Castañeda, Jordi Fiter Aresté, Laia Gifre, Carmen Gómez Vaquero, Gloria Candelas Rodríguez, Félix Manuel Francisco Hernández, Núria Guàrdans Gay, Recomendaciones de la Sociedad Española de Reumatología sobre osteoporosis, *Reumatología Clínica*, Volume 15, Issue 4, 2019, Pages 188-210, ISSN 1699-258X, <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.09.004>.

4. Jhon Fredy Ramírez Villada, Henry Humberto León Ariza. Revisión sistemática sobre la importancia de la actividad física para la prevención y tratamiento de la osteoporosis. *iMedPub Journals, Archivos de Medicina* 2013 Vol. 9 No. 1:3 doi: 10.3823/094. <https://www.archivosdemedicina.com/medicina-de-familia/revisin-sistemica-sobre-la-importancia-del-ejercicio-fisico-para-la-prevencion-y-tratamiento-de-la-osteoporosis.pdf>

5. NIH: National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. Health Topics Osteoporosis In-Depth. Overview of Osteoporosis. Disponible en: <https://www.bones.nih.gov/health-info/bone/osteoporosis/overview>

6. F. Eduardo Rossi, TA Diniz, C. Buonani, L. Melo Neves, AC de Souza Fortaleza, DG Destro Christofaro, I. Forte Freitas Junior. Comportamiento del nivel de actividad física de acuerdo con el día de la semana en las mujeres posmenopáusicas. *Revista andaluza de medicina del deporte*. Vol. 10. Núm. 2. páginas 64-68 (Junio 2017). <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-physical-activity-level-behavior-accord-S1888754616300181>.

7. Grupo de Trabajo de Enfermedades Reumatológicas de la semFYC. Osteoporosis Manejo: prevención, diagnóstico y tratamiento. Disponible en: https://www.semFYC.es/wpcontent/uploads/2016/03/Libro_Osteoporosis14_Def.pdf.



8. Kate Woolf-May, Prescripción de ejercicio. *Fundamentos fisiológicos. Guía para profesionales de la salud del deporte y del ejercicio físico. Capítulo 11. Adultos con osteoporosis.* Pag.173-189, Elsevier. Masson 2008.
9. F. Cosman, S. J. de Beur, M. S. LeBoff, E. M. Lewiecki, B. Tanner, S. Randall y R. Lindsay. *Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis.* Osteoporosis International. Osteoporos Int. 2014; 25 (10): 2359-2381. Publicado en línea el 15 de agosto de 2014. Doi: 10.1007/s00198-014-2794-2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4176573/>
10. Pauline M. Camacho, Steven M. Petak, Neil Binkley, Dima L. Diab, Leslie S. Eldeiry, Azeez Farooki, Steven T. Harris, Daniel L. Hurley, Jennifer Kelly, E. Michael Lewiecki, Rachel Pessah-Pollack, Michael McClung, Sunil J. Wimalawansa, Nelson B. Watts, American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology Clinical Practice Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Postmenopausal Osteoporosis—2020 Update, *Endocrine Practice*, Volume 26, Supplement 1, 2020, Pages 1-46, ISSN 1530-891X, <https://doi.org/10.4158/GL-2020-0524SUPPL>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1530891X20428277>).
11. Ilkka Vuori, Bart Coumans. La actividad física para la mejora de salud. *Guía Europea por (EDS).* disponible en: https://deportes.carm.es/documents/4370836/5494168/10_ADJ_791.pdf/21ebd2df-4411-4aaf-896f-c64cb911ce98?version=1.0
12. SEMED/FEMEDE. Documentos FIMS (Federación Internacional de Medicina del Deporte). Osteoporosis y ejercicio. Disponible en: <http://www.femede.es/page.php?Publicaciones/Osteoporosis>.
13. Gómez Alonso C. Diagnóstico de la osteoporosis. La densitometría ósea. Estimación del riesgo de fractura. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral.* 2021; 13 (Supl 1): S8ff-11.
14. Martínez-Rodríguez A, Sánchez-Sánchez J, Martínez-Olcina M, Vicente-Martínez M, Miralles-Amorós L, Sánchez-Sáez JA. Study of Physical Fitness, Bone Quality, and Mediterranean Diet Adherence in Professional Female Beach Handball Players: Cross-Sectional Study. *Nutrients.* 2021; 13(6):1911. <https://doi.org/10.3390/nu13061911>.
15. Mathieu M, Guillot P, Riaudel T, Boureau A-S, Chapelet G, Brouesard C, de Decker L, Berrut G. Association between Bone Mineral Density and Fat Mass Independent of Lean Mass and Physical Activity in Women Aged 75 or Older. *Nutrients.* 2021; 13(6):1994. <https://doi.org/10.3390/nu13061994>.
16. Muñoz-Torres M, Varsavsky M, Avilés Pérez MD Unidad de Metabolismo Óseo - Servicio de Endocrinología y Nutrición - RETICEF - Hospital Universitario San Cecilio - Granada. Osteoporosis. Definición. Epidemiología. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral* 2010; 2 (Supl 3): S5-S7. <http://revistadeosteoporosisymetabolismomineral.com/pdf/articulos/92010020300050007.pdf>.
17. Cristina Carbonell Abella, Juan Antonio Martín Jiménez, Carmen Valdés y Llorca. Atención Primaria de Calidad. *Guía de Buena Práctica Clínica en Osteoporosis. 2ª Edición Actualizada.* Disponible en: https://www.cgcom.es/sites/default/files/guia_osteoporosis_edicion2.pdf.
18. C. Cooper, S. Ferrari, J.Y. Reginster, B. Dawson Hughes, R. Rizzoli, Tesorero, J. Kanis, P. Halbout, P. Mitchell, N. Harvey, E. Dennison. *Compendio de osteoporosis de la IOF* Primera edición, octubre de 2017.
19. IOF. Prevention. Exercise depending on age, 2021. Disponible en: <https://www.osteoporosis.foundation/health-professionals/prevention/exercise/exercise-depending-on-age>.
20. HERMOSO DE MENDOZA, MT. Clasificación de la osteoporosis: Factores de riesgo. Diagnóstico clínico y diferencial. *Anales de Sis San Navarra [online].* 2003, vol. 26, supl. 3, págs. 29-52. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000600004&lng=en&rm=iso. ISSN 1137-6627.
21. NIH. Haga ejercicio para tener huesos sanos. NIH Pub. No. 18-7879-S. octubre de 2018. Disponible en: <https://www.bones.nih.gov/health-info/bone/espanol/salud-hueso/bone-exercise-espanol>.
22. Dolan Eimear I, Varley Ian, Ackerman Kathryn E., Pereira Rosa Maria, Elliott-Sale, Kirsty Jayne, Sale Craig. The Bone Metabolic Response to Exercise and Nutrition, *Exercise and Sport Sciences Reviews: April 2020 - Volume 48 - Issue 2 - p 49-58.* doi: 10.1249/JES.0000000000000215.
23. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, Harbort RT, Caldwell LM, Creed G. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Jul 6;(7):CD000333. doi: 10.1002/14651858.CD000333.pub2. PMID: 21735380.
24. Carmen M. Romero Barco, Sara Manrique Arijá, Manuel Rodríguez Pérez. Marcadores bioquímicos en osteoporosis. *Utilidad en la práctica clínica. Reumatología Clínica.* 2012; Formación médica continuada. 8(2):149-152 DOI: 10.1016/j.reuma.2011.05.010. <https://www.reumatologiainclinica.org/es-pdf/S1699258X11001811>.
25. Grupo de trabajo de osteoporosis, caídas y fracturas de la S.E.G.C. Ejercicio físico y prevención de caídas, fracturas y osteoporosis. Disponible en: www.segg.es.

Artículo 4

1. Rodríguez Fuentes G, Iglesias Santos R. Bases físicas de la hidroterapia. *Fisioterapia [Internet].* 2002;24(monográfico2)14-21.
2. J.M Pazos Rosales, A González Represas. Técnicas de Hidroterapia en Fisioterapia 2002;24 monográfico.
3. Moscoso Alvarado F. Terapia acuática en neurorrehabilitación. *Rev Colombiana Rehabilitación [Internet].* 2006;5.
4. Gamber y Lambeck J 2011. El método de Bad Ragaz anillo. En Becker, BE y Cole, AJ y (eds). *Terapia acuática integral*, 3ª.
5. Atkinson, G., P., Harrison, R., A. (1981). Implications of the health and safety at workout in relation to hydrotherapy departments, *Physiotherapy*, 67(9);



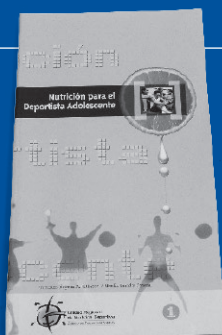
► Monografías



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



► 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 Ortolando 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 SUSTANCIAS 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.
Aragón 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 CARDÍACA
Coral Castro Cuervo / Tatiana Cuartas Álvarez
Rafael Castro Delgado / Pedro Arcos González
- ▶ LAS TÉCNICAS DE HIDROCINESITERAPIA EN EL ENTRENAMIENTO
Y EN LA RECUPERACIÓN
Ana Amelia Menéndez Bernardo
- ▶ LAS GRASAS COMO APOORTE ENERGÉTICO DURANTE EL EJERCICIO
Alberto Mourinho Cabaleiro / Nicolás Terrados Cepeda





Nº15

- ▶ EL TENIS DESDE UN PUNTO DE VISTA FÍSICO Y FISIOLÓGICO
Iago Hermida Beneitez
- ▶ LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS DEPORTIVAS Y LA PROBLEMÁTICA DE SU CONTAMINACIÓN
Juan Ruiz López
- ▶ EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO ELECTROESTIMULADO
Marta Fernández Troyano
- ▶ EL METODO HALLIWICK, UNA FORMA ESPECÍFICA DE TERAPIA EN EL AGUA
Ana Amelia Menéndez Bernardo

Nº16

- ▶ ANÁLISIS DE LA FATIGA DEL CROSSFIT Y SUS MÉTODOS DE RECUPERACIÓN
Jorge Méndez Almeida / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ EL DAÑO MUSCULAR INDUCIDO POR EL EJERCICIO Y LAS "AGUJETAS": MECANISMOS DE PRODUCCIÓN, MANIFESTACIONES Y RELACIÓN CON LA FATIGA Y LA GENÉTICA
Diego Marqués-Jiménez / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ MECANISMOS DE REGULACIÓN ÁCIDO-BÁSICA DURANTE EJERCICIO FÍSICO INTENSO Y MÉTODOS PRÁCTICOS PARA MAXIMIZAR SU EFICACIA
Eneko Castañeda Etxebarria / Nicolás Terrados Cepeda

Nº17

- ▶ EFECTOS EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ÁCIDO FOSFÁTICO
Miguel Sanjuán Otero / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ WATSU; UNA NUEVA FORMA DE TRABAJO EN EL AGUA
Ana Amelia Menéndez Bernardo
- ▶ MARCADORES INFLAMATORIOS Y MITOCONDRIALES RELACIONADOS CON EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA
Alberto Mouriño Cabaleiro / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ EFECTOS DE LA DIETA VEGANA EN EL ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO
Ana Amelia Menéndez Bernardo

Nº18

- ▶ EFECTO DE LAS EPICATEQUINAS SOBRE EL RENDIMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD
Hugo Gámir Ríos
- ▶ REHABILITACIÓN DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS
Bárbara Cambor García
- ▶ COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL FÚTBOL
Iñaki Uncetabarrenechea Urdangarin
- ▶ ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL ESQUÍ DE MONTAÑA
Lide Leibar Eraso

Nº19

- ▶ LA VITAMINA D Y SU IMPORTANCIA PARA LOS DEPORTISTAS
Adenis Manrique Betancourt
- ▶ EL YOGA COMO MÉTODO PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS SÍNTOMAS DE LA FIBROMIALGIA
Susana Pulgar Muñoz
- ▶ COVID-19, EJERCICIO FÍSICO PARA MEJORAR LA INMUNIDAD
Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ VITAMINA C Y RENDIMIENTO DEPORTIVO
Javier Morán Tiesta

Nº20

- ▶ POSIBLES BENEFICIOS FISIOLÓGICOS DEL ENTRENAMIENTO EN AMBIENTE CALUROSO Y DEL ENTRENAMIENTO COMBINADO DE CALOR Y ALTURA MODERADA
Iker Baztarrika Prieto
- ▶ ENTRENAMIENTO DE FUERZA APLICADO AL CICLISMO DE ALTO RENDIMIENTO
Oscar Martínez Castro / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA OSTEOPOROSIS
Adenis Manrique Betancourt
- ▶ REHABILITAR EN EL AGUA CON EL MÉTODO DE LOS ANILLOS DE BAD RAGAZ (BRRM)
Ana Amelia Menéndez Bernardo



This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Age Group	Number of People
15-19	10
20-24	10
25-29	10
30-34	10
35-39	10
40-44	10
45-49	5
50-54	10
55-59	10
60-64	10
65-69	10

□ □



CON EL DEPORTE,
de toda
la vida



FDM
avilés



DEPORTE ASTURIANO

GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

www.asturias.es/deporteasturiano