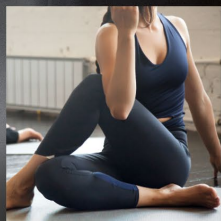
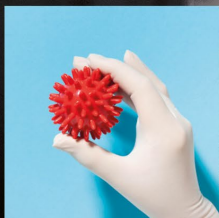


DSO

Nº 19 • MARZO 2021

DEPORTE, SALUD Y ENTRENAMIENTO



IX REUNIÓN DEL GRUPO "AVILÉS"

LA VITAMINA D Y SU IMPORTANCIA PARA LOS DEPORTISTAS

EL YOGA COMO MÉTODO CONTRA LA FIBROMIALGIA

COVID-19, EJERCICIO FÍSICO PARA MEJORAR LA INMUNIDAD

VITAMINA C Y RENDIMIENTO DEPORTIVO



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	06
	La vitamina D y su importancia para los deportistas.	▶	07	18
	El yoga como método para la disminución de los síntomas de la fibromialgia.	▶	19	23
	COVID-19, ejercicio físico para mejorar la inmunidad.	▶	24	27
	Vitamina C y rendimiento deportivo.	▶	28	37
	Bibliografía.	▶	38	46

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.





Resumen de la reunión anual del Grupo de Trabajo Avilés, 2020

El Grupo de Trabajo Avilés fue impulsado por el Consejo Superior de Deportes en 2009 y está formado por representantes de los Centros de Medicina de la Educación Física y el Deporte de todas las comunidades autónomas que cuentan con estas infraestructuras y representantes de centros de medicina del deporte de centros de tecnificación, centros municipales de medicina del deporte y la Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte (AEPSAD). Como objetivos de este grupo de trabajo figuran la coordinación entre estas estructuras autonómicas de la medicina del deporte, el planteamiento de soluciones comunes a las diferentes problemáticas que sufren cada uno de los centros y el ser un grupo de asesoramiento, en los diferentes ámbitos de la medicina de la educación física y el deporte, para el Consejo Superior de Deportes.

Este grupo de trabajo se reúne periódicamente; en su última reunión, celebrada el 19 de noviembre de 2020, mediante videoconferencia, debido al actual estado de pandemia por el SARS-CoV-2, se acordaron una serie de conclusiones, en relación con el propio Grupo de Avilés, la salud del deportista frente al SARS-CoV-2, o el mantenimiento de la especialidad.



COMUNIDADES AUTÓNOMAS

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

- ▶ **Aragón.** *Centro de Medicina del Deporte del Gobierno de Aragón. Juan José Lacleta Almolda*

- ▶ **Asturias.** *Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Nicolás Terrados Cepeda*

- ▶ **Cantabria.** *Centro Regional de Medicina Deportiva de Cantabria. Francisco Javier Moragón Abad*

- ▶ **Castilla y León.** *Centro Regional de Medicina Deportiva de Castilla y León. Melchor Jesús Andrés Puertas*

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

- ▶ **Cataluña.** *Consell Català de l'Esport. Daniel Brotons*

- ▶ **Madrid.** *Centro de Medicina Deportiva de la Comunidad de Madrid. Alicia Arias Ortega*

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

CENTROS DE ALTO RENDIMIENTO Y DE TECNIFICACIÓN

- ▶ **CAR de Sant Cugat del Vallés (Barcelona).** *Montse Bellver*

- ▶ **CAR de León.** *Gerardo Villa Vicente*

AYUNTAMIENTOS

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

- ▶ **Fuenlabrada.** *Fernando Novella María-Fernández*

- ▶ **Rivas-Vaciamadrid.** *Juan Carlos Tébar Rodrigo*

- ▶ **Tudela.** *Luis Segura Casado*

AEPSAD

- ▶ **Jose Luis Terreros Blanco.** *Director AEPSAD*

- ▶ **Enrique Lizalde Gil.** *Jefe del Departamento de Deporte y Salud*

- ▶ **Fernando Gutierrez Ortega.** *Director Centro Medicina del Deporte. Departamento Deporte y Salud*

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



PROGRAMA	
10:00	PRESENTACIÓN DE LA REUNIÓN Enrique Lizalde. <i>Jefe del Departamento de Deporte y Salud de la AEPSAD</i>
10:05	GESTIÓN Y REPERCUSIÓN DE LA COVID-19 EN LOS CENTROS Y SERVICIOS DE MEDICINA DEL DEPORTE Intervención de los participantes.
11:20	ESPECIALIDAD DE MEDICINA DEL DEPORTE Jose Luis Terreros. <i>Director de la AEPSAD</i> ESTADO ACTUAL SOBRE LA REINSTITUCIÓN DE LA FORMACIÓN DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA DE LA EDUCACIÓN FÍSICA Y EL DEPORTE.
11:30	CLAUSURA

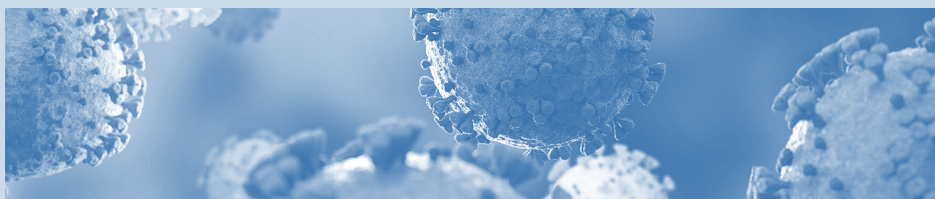
Se han debatido los temas siguientes:

Grupo de Trabajo Avilés.

- ▶ Agradecimiento, unánime, a la labor de apoyo y trabajo del grupo, especialmente en las dificultades surgidas por la actual situación de pandemia.
- ▶ Reconocimiento de su importancia, tanto para el trabajo de los integrantes en sus respectivos centros, compartiendo información y solventando dudas, como de apoyo en el aspecto personal, máxime en las actuales circunstancias.
- ▶ Interés en continuar con las reuniones periódicas presenciales así como con la información y consultas por correo electrónico.

Situación y sistema de trabajo en los CMD durante la pandemia y posterior desescalada.

- ▶ Se han explicado los distintos sistemas de trabajo en los diferentes centros, cada uno ajustado a sus características, disponibilidad de medios y tipo de deportistas a los que asisten.
- ▶ De manera uniforme se ha trabajado sobre cuestionarios previos de triaje, realizado medidas de prevención para la entrada en centros y restricciones de aforo.
- ▶ Las consultas, limitadas en general, han sido realizadas de manera presencial, telefónica o videollamada. Se han suspendido las pruebas de esfuerzo.
- ▶ En la medida de lo posible se han realizado turnos en equipos de trabajo libres de COVID-19.



Situación actual de trabajo y proyectos de futuro de los CMD.

- ▶ En general se ha retomado la actividad de los centros intentando acercarse, en la medida de lo posible, al funcionamiento habitual.
- ▶ Se pretende ir aumentando el número de deportistas estudiados y el tipo de pruebas realizadas.
- ▶ En cuanto a las pruebas de esfuerzo, se discute la conveniencia y condiciones para su realización, valorando el riesgo y el beneficio. En general se llevan a cabo pruebas cardiológicas y test de campo. Existe gran interés en su puesta en marcha y se está trabajando activamente sobre los procedimientos necesarios para ello.
- ▶ Creación de un protocolo común. Sería interesante disponer de un protocolo de actuación unificado frente al COVID-19 en los centros de medicina del deporte que sirviera de referencia y de apoyo.

Prevención y manejo de casos COVID-19.

- ▶ Dependiendo de los centros se observan diferencias en cuanto a la disponibilidad de test, dificultad de obtención y protocolo de utilización.
- ▶ Se trata sobre el uso de los distintos tipos de test.
- ▶ Se resalta la importancia de la realización de test a los deportistas en nuestros centros por su utilidad como medidas de prevención en salud y como solidaridad con las medidas sociales.

Funciones del Médico del Deporte en la pandemia.

- ▶ Se menciona la responsabilidad del médico del deporte en el seguimiento y se ponen de manifiesto las dificultades percibidas en la gestión de cumplimiento de protocolos especialmente de aislamientos.
- ▶ Se evidencia la ausencia de formación específica para medicina del deporte dentro de esta pandemia.

El Dr Jose Luis Terreros, informó sobre las acciones realizadas y estado actual de la situación de la especialidad de medicina del deporte.

- ▶ Se han realizado reuniones con el Ministerio de Sanidad y hay cinco comunidades autónomas con compromiso firme: Andalucía, Asturias, Baleares, Cataluña y Castilla y León.



06

- ▶ Se ha creado un grupo de trabajo formado por representantes de las CCAA interesadas y miembros de la AEPSAD que trabajan en la creación del programa formativo y en la elaboración del Real Decreto de bases de la especialidad.
- ▶ Se modifica el nombre de la especialidad a Especialista en Medicina del Deporte.
- ▶ El acceso a las plazas será en la convocatoria MIR y el sistema formativo de los especialistas tendrá 2 años de rotación hospitalaria y 2 años de rotación en centros en unidades docentes de centros de medicina del deporte públicos.

Por último se acuerda elaborar unas conclusiones de la reunión.



Conclusiones

- ▶ 1. El contacto constante mantenido entre los miembros del Grupo de Trabajo "Avilés" durante la pandemia de COVID-19, ha sido muy importante para todos los centros de Medicina del Deporte y ha servido para aportar información actualizada a los centros, a los ayuntamientos y a las CC AA, para tomar decisiones.
- ▶ 2. Es necesario unificar, a nivel nacional, los protocolos básicos de seguridad médico-deportiva relacionados con la pandemia de COVID-19.
- ▶ 3. Los deportistas que han tenido infección COVID-19, antes de volver a la práctica deportiva, además de una revisión médico deportiva, deben de realizar un control cardiológico exhaustivo, que se debe de repetir 3-4 meses después. Por el hecho de que esta infección puede causar, entre otras, secuelas cardiológicas.
- ▶ 4. Es necesario que se vuelva a implantar en España la especialidad de Medicina del Deporte, por su importancia para la aplicación del ejercicio físico para la salud de la población y para el control y seguimiento de los deportistas de alto rendimiento.
- ▶ 5. Las CCAA que no están actualmente implicadas en la creación de Unidades Docentes para el desarrollo de la especialidad de Medicina del Deporte, se deberían plantear su desarrollo y coordinación. Y se recuerda que existen Ayuntamientos con Centros de Medicina del Deporte que podrían colaborar con las CCAA en ello.



LA VITAMINA D Y SU IMPORTANCIA PARA LOS DEPORTISTAS

07

- Introducción ◀
- Fuentes y metabolismo de la vitamina D ◀
- Funciones de la vitamina D ◀
- Causas de insuficiencia/déficit de vitamina D ◀
- Clasificación de los niveles de vitamina D, e ingesta recomendada ◀
- Prevalencia de insuficiencia/deficiencia de vitamina D en España ◀
- Déficit de vitamina D en deportistas ◀
- Suplementación con vitamina D en deportistas ◀
- Vitamina D y COVID-19 ◀
- Conclusiones ◀

► Introducción



Adenis Manrique Betancourt

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SE HA PRODUCIDO UN CRECIENTE INTERÉS POR LA VITAMINA D, NO SÓLO POR SU IMPORTANTE PAPEL EN EL METABOLISMO MINERAL ÓSEO, SINO TAMBIÉN POR SUS POSIBLES EFECTOS EXTRAESQUELÉTICOS⁽⁵⁾, INCLUIDO EL CRECIMIENTO DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO, LAS FUNCIONES INMUNES Y CARDIOPULMONARES Y LA MODULACIÓN INFLAMATORIA, QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO⁽³⁾. LA VITAMINA D TAMBIÉN PUEDE INTERACTUAR CON LOS TEJIDOS EXTRAESQUELÉTICOS PARA MODULAR LA RECUPERACIÓN DE LA LESIÓN E INFLUIR EN EL RIESGO DE INFECCIÓN⁽³⁾. ADEMÁS, SE HA OBSERVADO LA EXISTENCIA DE UNA ALTA PREVALENCIA DE HIPOVITAMINOSIS D EN DIVERSAS POBLACIONES CON O SIN COMORBILIDADES ASOCIADAS⁽⁵⁾ TENIENDO LOS DEPORTISTAS LA MISMA PREDISPOSICIÓN^{(3) (9)}.

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



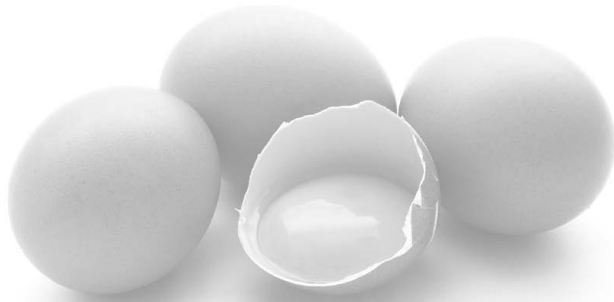


Fuentes y metabolismo de la vitamina D

El término vitamina D se refiere de forma genérica a las dos formas existentes de la vitamina, el ergocalciferol (vitamina D2) y el colecalciferol (vitamina D3). Ambas tienen estructura de esteroides, pero se diferencian en el doble enlace entre los carbonos 22 y 23 que presenta la primera de ellas⁽¹⁾. La vitamina D2 se sintetiza por la exposición del ergosterol de las plantas a la radiación ultravioleta B (UVB), mientras que la vitamina D3 se sintetiza en la piel de los humanos y de los animales por la exposición del 7-dehidrocolesterol a dicha radiación. Por ello, existen dos fuentes de vitamina D en el organismo: la exposición a la luz solar y la vitamina procedente de la dieta. En este sentido, las plantas y los hongos son fuentes de vitamina D2, mientras que alimentos de origen animal, como la carne, los pescados, los huevos y las vísceras, son fuentes naturales de vitamina D3. Otras fuentes dietéticas incluyen los alimentos fortificados y los suplementos dietéticos, que pueden contener cualquiera de las dos formas de la vitamina e implicarían un aporte exógeno^{(1) (3) (13)}. Tanto la vitamina D2 como la D3 procedentes de la dieta son incorporadas a los quilomicrones y transportadas por el sistema linfático a la circulación sanguínea. Una vez en la circulación, la vitamina D (procedente de la dieta o sintetizada a partir de la radiación UVB) puede ser acumulada en el tejido adiposo o bien ser transportada al hígado ligada a la proteína transportadora de vitamina D. Una vez en el hígado, esta sufre una primera hidroxilación enzimática, lo que da lugar a la 25-hidroxivitamina D [25(OH) D]. Esta forma es biológicamente inactiva, pero es la que se usa para la determinación sanguínea de la vitamina. Posteriormente, ésta sufre una segunda hidroxilación en el hígado para dar la 1,25-dihidroxivitamina D [1,25(OH)₂ D], que es la forma biológicamente activa. La síntesis renal de esta forma está regulada por la concentración sérica de fósforo, calcio y algunos factores de crecimiento de fibroblastos^{(1) (13)}.

Por tanto, la vitamina D puede considerarse como un micronutriente, ya que su deficiencia puede ser tratada mediante suplementación, y también como una prohormona, ya que sus precursores se transforman en metabolitos activos⁽³⁾.





Funciones de la vitamina D

Se pueden agrupar las funciones que la vitamina D realiza en el cuerpo a través de dos vías, mecanismos endocrinos y autocrinos⁽³⁾. El mecanismo endocrino es el más estudiado y actúa aumentando la absorción intestinal de calcio y la actividad osteoclástica. La vitamina D es esencial para el crecimiento, la densidad y la remodelación ósea^{(1) (3)}, regula su propia síntesis y la síntesis y secreción de paratohormona en la glándula paratiroides⁽¹⁾. Cuando los niveles de vitamina D disminuyen por debajo de los límites normales, la PTH aumenta la resorción ósea para satisfacer las demandas de calcio del cuerpo. Esto significa que los niveles bajos de Vitamina D conducen a un aumento del recambio óseo con un riesgo adicional de lesión ósea, como fracturas por estrés, que son muy comunes en los atletas⁽³⁾.

El segundo mecanismo de acción de la vitamina D implica una vía autocrina. Aunque no es tan conocida, esta vía es esencial ya que alberga muchos de los procesos metabólicos clave del organismo, como los procesos de señalización, expresión y respuesta genética, síntesis de proteínas hormonales, respuesta inmunitaria / inflamatoria, recambio y síntesis celular. Esta vitamina actúa como modulador de hasta 2000 genes implicados en el crecimiento celular, la función inmunológica y la síntesis de proteínas⁽³⁾.

La vía autocrina parece ser la más importante en relación con la acción de la vitamina D sobre la función del músculo esquelético. Se han identificado objetivos para el receptor VITD en casi todos los tejidos corporales. VDR regula la expresión en cientos de genes que realizan funciones corporales esenciales. El descubrimiento de VDR en el músculo sugiere la importancia del papel de la vitamina D en el tejido muscular^{(3) (4) (7)}.

En la actualidad, se considera que es necesaria una concentración adecuada de vitamina D en la sangre para optimizar la función de la genómica. Este papel como modulador genético explica cómo la vitamina D puede afectar una variedad de funciones fisiológicas, como la salud ósea, la función neuromuscular, el aumento en el tamaño de las fibras musculares de tipo II, la inflamación y la inmunidad, todas importantes para la salud, el entrenamiento y el rendimiento^{(3) (18) (7)}.





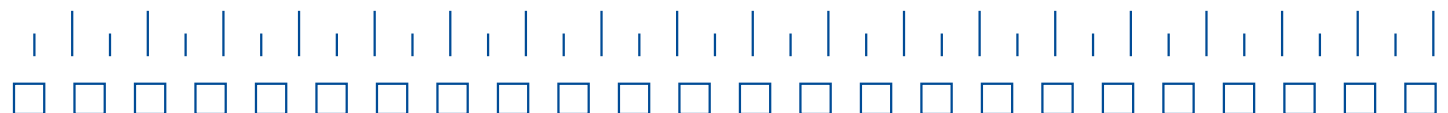
Causas de insuficiencia/déficit de vitamina D



El déficit de vitamina D puede ser de origen extrínseco o intrínseco⁽⁵⁾. Sus principales causas se describen en la tabla 1.

EXTRÍNSECA	
INGESTA INADECUADA	ESCASA EXPOSICIÓN A LA LUZ SOLAR
HIPERPIGMENTACIÓN CUTÁNEA	USO DE CREMAS CON FILTRO DE RADIACIONES ULTRAVIOLETAS (FACTOR DE PROTECCIÓN>8)
INTRÍNSECA	
EDAD AVANZADA (DISMINUCIÓN DE LA SÍNTESIS CUTÁNEA DE VITAMINA D)	
ENFERMEDAD ÓSEA DE PAGET	ALGUNOS LINFOMAS
ENFERMEDADES GRANULOMATOSAS CRÓNICAS	OBESIDAD (DISMINUCIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE VITAMINA D)
PÉRDIDA RENAL DE 25-HIDROXIVITAMINA D	ANOMALÍAS DEL RECEPTOR DE 1,25-OH-VITAMINA D
SÍNDROME NEFRÓTICO	RAQUITISMO DEPENDIENTE DE VITAMINA D-TIPO II
MALABSORCIÓN:	INCREMENTO DEL CATABOLISMO DE LA VITAMINA D:
GASTRECTOMÍA (TOTAL, PARCIAL, BYPASS GÁSTRICO) / ENFERMEDADES INTESTINALES (P. EJ., ENFERMEDAD CELÍACA, ENFERMEDAD DE CROHN) / CIRROSIS BILIAR PRIMARIA / INSUFICIENCIA PANCREÁTICA (P. EJ., FIBROSIS QUÍSTICA) / TRATAMIENTO CON COLESTIRAMINA / COLOSTASIS CRÓNICAS	ANTICONVULSIVANTES / ANTIRRETROVIRALES PARA VIH / TUBERCULOSTÁTICOS / HIPOPARATIROIDISMO
DEFICIENCIA DE 25-HIDROXILACIÓN HEPÁTICA:	DEFICIENCIA DE 1 α -HIDROXILACIÓN RENAL:
HEPATOPATÍA CRÓNICA GRAVE/CIRROSIS HEPÁTICA	INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA / RAQUITISMO DEPENDIENTE DE VITAMINA D TIPO-I / HIPOPARATIROIDISMO / PSEUDOHIPOPARATIROIDISMO

Tabla 1. Mecanismos patogénicos y causas de carencia de vitamina D⁽⁵⁾.





Clasificación de los niveles de vitamina D, e ingesta recomendada

En la última década se ha producido un aumento exponencial de la prevalencia de deficiencia de Vitamina D en la población, y en algunos estudios se afirma que estamos ante una situación epidémica emergente en relación a niveles sanguíneos bajos de 25(OH)D. De lo anterior se puede deducir claramente que es de suma importancia definir adecuadamente el estado de deficiencia e insuficiencia y los niveles óptimos de vitamina D en la población^{(3) (5)}. La definición de los niveles de vitamina D para su clasificación ha sido tradicionalmente muy controvertida. En la actualidad, se sugiere que su establecimiento se base en niveles y en marcadores clínicos y de riesgo de enfermedad^{(3) (5)}. Algunos autores proponen que los rangos clínicos de vitamina D deben basarse en la asociación de deficiencia de 25(OH)D, osteomalacia, raquitismo y la concentración aproximada a la que la PTH aumenta bruscamente. Por otro lado, se propone que el límite de insuficiencia sea la concentración a la que se maximicen la meseta de PTH y la absorción de calcio⁽³⁾.

Actualmente, la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN) sostiene que es necesario mantener unos niveles séricos de vitamina D de, al menos, entre 20-50 ng/ml, especialmente en población anciana o frágil^{(2) (17)}.

La actual Academia Nacional de Medicina de Estados Unidos (IOM) afirma que las concentraciones de ≥ 20 ng/ml deben satisfacer las necesidades del 97,5% de la población⁽³⁾. También establece un nivel inadecuado de vitamina D cuando los niveles están entre 12 y 20 ng/ml y finalmente, las personas tienen riesgo de deficiencia de vitamina D cuando sus niveles están por debajo de 12 ng/ml. Las concentraciones séricas por encima de 50 ng/ml se asocian con posibles efectos adversos y los niveles superiores a 150 ng/ml deben considerarse tóxicos⁽³⁾.

En el último documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte sobre Suplementos nutricionales para el deportista, toman como referencia los mismos criterios de la sociedad de endocrinología de los EE.UU. y la Fundación Internacional de Osteoporosis, quienes han propuesto como rango de normalidad cifras de vitamina D circulante > 30 ng/ml, insuficiencia cifras entre 20-30 ng/ml, deficiencia cifras entre 10-20 ng/ml y deficiencia grave valores < 10 ng/ml⁽⁹⁾.



La tabla 2, resume los umbrales de concentración de vitamina D en sangre establecidos por el Instituto de Medicina (IOM) y aceptados por la mayoría de las organizaciones e investigadores de la vitamina D, así como su impacto en la salud⁽³⁾.

CONCENTRACIONES SÉRICAS DE 25(OH)D		ESTADO DE SALUD	ESTADO DE VITAMINA D
NMOL/L	NG/ML		
< 30	< 12	ASOCIADO CON LA DEFICIENCIA DE VITD, QUE PROVOCA RAQUITISMO EN BEBÉS Y NIÑOS Y OSTEOMALACIA EN ADULTOS	SEVERAMENTE DEFICIENTE
30 - 50	12 - 20	GENERALMENTE CONSIDERADO INADECUADO PARA LOS HUESOS Y LA SALUD GENERAL EN INDIVIDUOS SANOS	DEFICIENTE / INSUFICIENTE
50 - 125	20 - 50	GENERALMENTE SE CONSIDERA ADECUADO PARA LOS HUESOS Y LA SALUD GENERAL EN INDIVIDUOS SANOS.	ADECUADO
> 125	> 50	LA EVIDENCIA EMERGENTE RELACIONA LOS EFECTOS ADVERSOS POTENCIALES CON NIVELES TAN ALTOS, PARTICULARMENTE > 150 NMOL/L (> 60 NG/ML)	INADECUADO / TÓXICO

Tabla 2. Umbrales de concentración de vitamina D en sangre⁽³⁾.

Prevalencia de insuficiencia/deficiencia de vitamina D en España

La insuficiencia/deficiencia de vitamina D constituye una aparente epidemia a nivel mundial. Así, se ha descrito que el 88% de la población tiene concentraciones plasmáticas de 25(OH)D por debajo de 30ng/ml, un 37% valores por debajo de 20ng/ml y hasta un 7% niveles medios inferiores a 10ng/ml⁽⁵⁾.

En España esta situación es muy similar, en individuos mayores de 65 años se han descrito concentraciones de 25(OH)D por debajo de 20ng/ml en un 80-100% de las personas, y en población menor de 65 años el déficit alcanza al 40% de la población española. Esta aparente paradoja de concentraciones bajas de vitamina D en España se ha querido explicar por el escaso aporte dietético, la protección a la exposición solar en los meses de verano y porque la mayor parte de España está por encima del paralelo 35°N, donde la posibilidad de sintetizar vitamina D es escasa en invierno y primavera⁽⁵⁾. Existen otros factores, como la elevada prevalencia de sobrepeso/obesidad, que también puede estar relacionados con la aparición de deficiencia de la vitamina^{(1) (18)}.





13

Déficit de vitamina D en deportistas

En relación con la deficiencia de vitamina D dentro de la población atlética mundial, se ha visto que esta también sigue los mismos patrones que la población general⁽³⁾. Al analizar los niveles de vitamina D en deportistas se debe tener en cuenta que estos pueden variar según la temporada, el lugar de entrenamiento, el tipo de deporte, el color de piel y el tipo de dieta^{(3) (9) (18) (10)}.

En el último documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte sobre Suplementos nutricionales para el deportista y Ayudas ergogénicas en el deporte, reafirman que se ha observado deficiencia en deportistas sobre todo en los meses de invierno y en los deportes indoor, con las respectivas consecuencias para la salud que ello conlleva, aconsejando la determinación sistemática de niveles de vitamina D en deportistas⁽⁹⁾.

Suplementación con vitamina D en deportistas

Aún existe mucha controversia con respecto a las dosis de suplemento adecuadas en deportistas^{(3) (18)}, pero lo primero a tener en cuenta es que las necesidades de vitamina D varían de persona a persona^{(6) (3)}, por ende la suplementación con vitamina D y su dosis estará relacionada con el "índice de respuesta personal de vitamina D"⁽³⁾.

De la Puente Yagüe y colaboradores, en 2020 describen que en relación con los deportistas, no hay evidencia que sugiera que sus necesidades sean diferentes a las de la población general, por lo que en la actualidad se toman como referencia las mismas dosis de suplementación, que pueden variar en función de la severidad del déficit de vitamina D existente.



En la tabla 3 se muestran las cantidades diarias recomendadas (RDA) para cumplir con los requisitos de vitamina D del IOM y de la Sociedad de Endocrinología⁽¹⁵⁾.

EDAD Y SEXO	RECOMENDACIONES DEL IOM		RECOMENDACIONES DE LA GUÍA DE LA PRÁCTICA CLÍNICA DE LA ENDOCRINE SOCIETY	
	RECOMENDACIONES DIARIAS (UI/D)	LÍMITE SUPERIOR (UI/D)	RECOMENDACIONES DIARIAS (UI/D)	LÍMITE SUPERIOR (UI/D)
1-3 AÑOS (V Y M)	600	2.500	600-1.000	4.000
4-8 AÑOS (V Y M)	600	3.000	600-1.000	4.000
9-14 AÑOS (V Y M)	600	4.000	600-1.000	4.000
14-18 AÑOS (V Y M)	600	4.000	600-1.000	4.000
19-30 AÑOS (V Y M)	600	4.000	1.500-2.000	10.000
31-50 AÑOS (V Y M)	600	4.000	1.500-2.000	10.000
51-70 AÑOS (V Y M)	600	4.000	1.500-2.000	10.000
>71 AÑOS (V Y M)	800	4.000	1.500-2.000	10.000
EMBARAZO O LACTANCIA				
14-18 AÑOS	600	4.000	600-1.000	4.000
19-50 AÑOS	600	4.000	1.500-2.000	10.000
LACTANTES				
0-6 MESES (V Y M)	400	1.000	400-1.000	2.000
6-12 MESES (V Y M)	400	1.500	400-1.000	2.000

Tabla 3. Recomendaciones diarias de Vitamina D⁽¹⁵⁾.

Respecto a los suplementos, en España existen varias formas de vitamina D comercializadas: colecalciferol, calcifediol o calcidiol y calcitriol. Algunos se presentan asociados a calcio. Las formulaciones semanales o mensuales podrían tener mejor adherencia y se han demostrado igualmente eficaces⁽⁶⁾. La Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN) recomienda calcular la dosis requerida de vitamina D



dependiendo de la etiología y de la severidad del déficit, así como del tipo de vitamina D que se utilizará para tratarlo y posteriormente monitorizar las concentraciones séricas de 25(OH)D para valorar la respuesta al tratamiento en intervalos de cada 3-4 meses hasta alcanzar las concentraciones adecuadas y luego en intervalos de cada 6 meses⁽⁵⁾.



Existen distintas pautas para tratar a los pacientes con deficiencia de vitamina D (<30 nmol/l)⁽⁶⁾:

- ▶ **Dosis de carga:** (300.000 UI) se puede prescribir 50.000 UI de colecalciferol semanales durante 6 semanas o 30.000/semana durante 10 semanas. Cuando las concentraciones estén normalizadas se recomiendan dosis de mantenimiento de 400-800 UI/día o equivalente.
- ▶ Otra opción es el calcidiol 16.000 UI/semana durante 4-6 semanas, seguida de la dosis de mantenimiento una vez normalizada
- ▶ **En caso de insuficiencia (<50 nmol/l):** Dosis de carga de 25.000 UI/semana durante 6 semanas o 15.000 UI/semana durante 10 semanas.

Cuando se dan dosis de carga es necesario realizar la determinación de la calcemia al mes, y a los 3 meses la calcemia, la fosfatemia, las fosfatasas alcalinas y la PTH. Se recomienda realizar dicha determinación no antes de 4 semanas de la última dosis administrada⁽⁶⁾.

Se debe recordar que los suplementos de vitamina D están contraindicados en pacientes con hipercalcemia, y deben emplearse con precaución en pacientes con hiperfosfatemia^{(5) (6)}.

En la población de riesgo, los suplementos de vitamina D por si solos pueden reducir el riesgo de fracturas y caídas, siempre que la dosis diaria de vitamina D sea superior a 700 UI. Por el contrario, los estudios con grandes dosis anuales de vitamina D han informado un mayor riesgo de caídas y fractura de cadera. Por lo tanto se debe evitar un régimen anual de suplementos de vitamina D en dosis altas⁽¹⁴⁾.



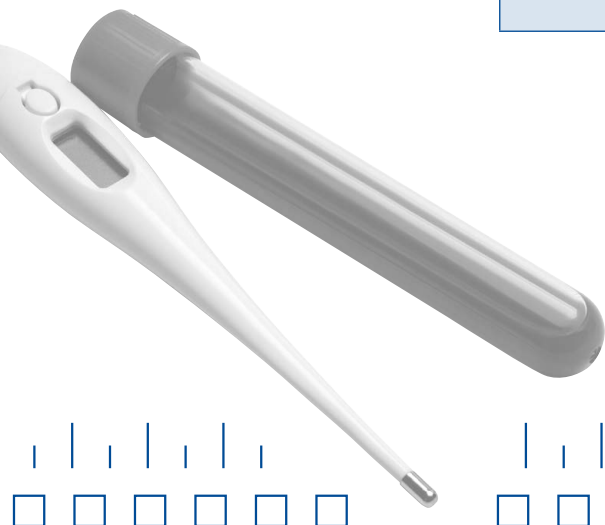
Además, se deben tener en cuenta las posibles intoxicaciones debidas a una suplementación inadecuada de vitamina D. La toxicidad de la vitamina D puede ser el resultado de la ingesta de cantidades excesivas de suplementos de esta vitamina y durante periodos prolongados de tiempo o en pacientes que toman ingestas muy altas de calcio. No se han informado casos de toxicidad por vitamina D por la luz solar o la ingesta regular de alimentos.

Puede ocurrir toxicidad aguda con una dosis excesiva de 10,000 UI/día de vitamina D, lo que da como resultado concentraciones séricas de 25 (OH) D > 150 ng/ml (> 375 nmol/L). La toxicidad crónica potencial resultaría de la administración de dosis superiores a 4000 UI/día durante períodos prolongados, es decir, durante años, que provocan concentraciones séricas de 25 (OH) D en el rango de 50-150 ng/ml (125-375 nmol/L)⁽¹³⁾. Ver Tabla 4.

La hipervitaminosis D aumenta la captación intestinal de calcio, la reabsorción tubular renal y la reabsorción ósea, lo que lleva a hipercalcemia⁽²⁹⁾. La hipercalcemia y la hipercalciuria son los signos de alarma que deben hacernos sospechar intoxicación por vitamina D, los síntomas de toxicidad por vitamina D (ver Tabla 4) se producen por la hipercalcemia resultante que puede provocar sintomatología muy inespecífica como anorexia, poliuria, polidipsia, náuseas, vómitos, arritmias cardíacas, alteración del estado mental, insuficiencia renal, nefrolitiasis, calcificación de tejidos blandos o daño vascular⁽³⁾ (6). Muchos casos de intoxicación por vitamina D son el resultado de suplementos fabricados incorrectamente⁽³⁾.

SÍNTOMAS DE HIPERVITAMINOSIS D ⁽¹⁵⁾ (16)		
CATEGORÍA	VALORES DE 25(OH)D	SÍNTOMAS
SOBREDOSIS	50-150 NG/ML (75-375 NMOL/L)	HIPERCALCEMIA, ANOREXIA, NAUSEAS, ESTREÑIMIENTO, DEPRESIÓN, CÁLCULOS RENALES, DETERIORO RENAL, ANEMIA.
INTOXICACIÓN	> 150-200 NG/ML (> 375-500 NMOL/L)	CONFUSIÓN, POLIURIA, POLIDIPSIA, ANOREXIA, VÓMITOS Y DEBILIDAD MUSCULAR. A LARGO PLAZO DESMINERALIZACIÓN ÓSEA Y DOLOR.

Tabla 4. Síntomas de Hipervitaminosis D⁽¹⁵⁾(16).





Vitamina D y COVID-19

Como se ha mencionado anteriormente, la vitamina D ejerce funciones extraesqueléticas, incluida la actividad inmunomoduladora, la protección contra las infecciones del tracto respiratorio y los efectos pleiotrópicos sobre el sistema cardiovascular^{(30) (3) (5) (31)}. Todo esto ha impulsado la realización de múltiples estudios en relación a la importancia de tener adecuados niveles de vitamina D y sus beneficios para reducir el riesgo y la gravedad de la infección por SARS-Cov-2 y sus secuelas^{(11) (12) (13) (19) (20) (21) (22) (31)}. Aunque aún no existe suficiente evidencia que avale los beneficios de implementar altas dosis de vitamina D en la población y/o en pacientes expuestos al SARS-CoV-2, hay autores que consideran que la validación de la hipótesis parece cada vez más próxima⁽¹¹⁾. Sin embargo, quedan muchas preguntas sin respuesta, no se pueden excluir los efectos perjudiciales de dosis elevadas de vitamina D y si su adecuación puede prevenir la infección o mejorar los resultados clínicos, esto debe evaluarse mediante estudios poblacionales y ensayos de intervención de tamaño y diseño adecuados^{(30) (17)}.

Es de particular preocupación para los atletas, que el COVID-19 puede causar daños tanto a corto plazo como permanentes en muchos órganos. Se han observado daños en los pulmones, los mecanismos de regulación de la respiración y el sistema cardiovascular^{(25) (24) (25) (11)}. El daño al corazón por la tormenta de citoquinas puede incluir disminuciones de la función cardíaca, así como miocarditis, síndromes coronarios agudos, insuficiencia cardíaca, arritmias y tromboembolismo venoso^{(25) (27) (11)}. Éste daño a los órganos reduciría el rendimiento deportivo. Efectos adversos también pueden afectar a los sistemas musculoesquelético, hematológico y gastrointestinal^{(11) (28)}. También pueden tener daños persistentes u otros problemas de salud como fatiga crónica, que podría considerarse una quinta etapa de la enfermedad^{(11) (26)}.



Una revisión reciente llegó a la conclusión de que la función y el estado físico se deterioran después de la infección por SARS-CoV-2, y las deficiencias pueden durar un año o más⁽²⁶⁾. Por lo tanto, es importante que los atletas intenten reducir el riesgo de COVID-19; principalmente con las recomendaciones generales actuales como el uso de mascarillas, control de la salud, mantenimiento de la distancia de seguridad recomendada para la actividad deportiva, lavado frecuente de manos y el resto de medidas higiénicas establecidas⁽³²⁾. Aunque es un aspecto que sigue en estudio, la suplementación con vitamina D podría ser una forma eficaz y eficiente de evitar complicaciones de la enfermedad si se alcanzan concentraciones adecuadas⁽¹¹⁾, basando la elección de la dosis de suplementación en la gravedad del déficit de vitamina D que se presente⁽³¹⁾.



Conclusiones

Aunque es un tema que en la actualidad presenta muchas luces y sombras, un número cada vez mayor de estudios han documentado la relación entre el nivel de vitamina D y la prevención de lesiones, la rehabilitación, la mejora de la función neuromuscular, el aumento en el tamaño de las fibras musculares de tipo II, la reducción de la inflamación, la disminución del riesgo de fracturas de estrés y la enfermedad respiratoria aguda^{(9) (18) (8) (17)}. De ahí la importancia de la determinación de vitamina D en deportistas para realizar las recomendaciones nutricionales, de exposición solar, de adaptación de entrenamientos al aire libre y de suplementación en caso de que sea necesaria^{(9) (17) (3) (4) (10) (8)}. Es importante que dichas recomendaciones sean dadas principalmente por el médico deportivo y el nutricionista deportivo con apoyo de otros especialistas médicos si lo requiere el caso^{(9) (18) (3)}, ya que algunos atletas y entrenadores viven en la creencia de que "si un poco es bueno, más es mejor", lo cual en éste tema es un error peligroso debido al riesgo existente de intoxicación por vitamina D⁽³⁾.



EL YOGA COMO MÉTODO PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS SÍNTOMAS DE LA FIBROMIALGIA

19

Antecedentes ◀

El ejercicio físico como tratamiento en la fibromialgia ◀

Las terapias de conciencia corporal como tratamiento en la fibromialgia ◀

La práctica de yoga como tratamiento en la fibromialgia ◀

Conclusión ◀

▶ Antecedentes



Susana Pulgar Muñoz

LA FIBROMIALGIA ES UNA AFECCIÓN CRÓNICA A LARGO PLAZO QUE SE CARACTERIZA POR EL DOLOR GENERALIZADO, EL SUEÑO NO REPARADOR, LA FATIGA, LA DISFUNCIÓN COGNITIVA Y OTROS SÍNTOMAS SOMÁTICOS, SIENDO RECONOCIDA COMO UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE DISCAPACIDAD (BOEHM, OSTERMANN, MILAZZO & BÜSSING, 2012). ESTA DISCAPACIDAD IMPACTA DE FORMA NEGATIVA EN LA FUNCIÓN FÍSICA Y EMOCIONAL DE LAS PERSONAS QUE SUFREN LA ENFERMEDAD, REDUCIENDO DE ESTA FORMA SU CALIDAD DE VIDA (BUSCH ET AL., 2011). LA PREVALENCIA DE FIBROMIALGIA EN LA POBLACIÓN ES DE UN 2,7%, SIENDO MAYOR EN MUJERES QUE EN HOMBRES (QUEIROZ, 2013), LO QUE PODRÍA DEBERSE A LA DIFERENCIA HORMONAL EXISTENTE ENTRE AMBOS SEXOS (CARBONELL, APARICIO, ÁLVAREZ, & DELGADO 2014). LA MAYORÍA DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE FIBROMIALGIA Y EJERCICIO UTILIZAN UNA MUESTRA FORMADA ÚNICAMENTE POR MUJERES, DATO QUE SE DEBERÍA TENER PRESENTE A LA HORA DE EXTRAPOLAR LOS DATOS PARA EL TRABAJO CON HOMBRES (LATORRE-SANTIAGO & TORRES-LACOMBA, 2014).

ADDIT VITAE-EJERCICIO FÍSICO PARA LAS PERSONAS MAYORES. GIJÓN, ASTURIAS.



20

Se han barajado diferentes hipótesis acerca de su mecanismo primario, destacando disfunciones periféricas (alteraciones musculares y del sistema nervioso periférico), o centrales (alteraciones neuroendocrinas, trastornos en los neurotransmisores que regulan la percepción del dolor y/o la fisiología del sueño) o incluso un mecanismo inmunológico (autoinmune) en relación con el Síndrome de Permeabilidad Intestinal aumentado (Carson, Carson, Jones, Lancaster & Mist, 2016). También se asocia a alteraciones psicológicas como la depresión o la ansiedad. El papel que puede desempeñar el músculo esquelético en la patogenia de la enfermedad no es concluyente, sin embargo los investigadores sugieren que las alteraciones musculares son únicamente consecuencia del bajo nivel de actividad física inducido por la fatiga y el dolor que padecen estas personas (Alvarez, 2003).

Las personas con fibromialgia padecen de un sufrimiento profundo derivado principalmente del dolor y la rigidez musculo-esquelética, entre los que se incluyen sus síntomas (Jones & Hoffman, 2009). Diversos estudios informan que el promedio de personas con fibromialgia de 40 años tienen la capacidad aeróbica de una persona de 80 (Jones, Rutledge, Jones, Matallana & Roos, 2008 ; Jones, King, Mist, Bennett & Horak, 2011), su capacidad funcional percibida es menor y demuestran un rendimiento físico deteriorado (Jones, Rutledge & Aquino, 2010), por lo que las actividades de la vida diaria y la calidad del movimiento de estas personas están disminuidas (Smythe et al., 1990).



El ejercicio físico como tratamiento en la fibromialgia



Aunque sabemos que el ejercicio físico practicado de forma regular es una de las piedras angulares en el tratamiento de la fibromialgia, todavía quedan muchas preguntas por resolver. Es de suma importancia determinar cuál es el tipo de ejercicio más efectivo a prescribir, su intensidad, duración y frecuencia, además de cualquier efecto adverso relacionado con su práctica, con el objetivo de que sea efectivo a la hora de reducir los síntomas (Busch, Oyerend & Schachter, 2009).





La prescripción de ejercicio exitosa para este grupo poblacional requiere de gran delicadeza, debiéndose de evaluar y tratar las comorbilidades comunes y los trastornos del equilibrio y del sueño, entre otras afecciones. Las características individuales (aptitud física, función y gravedad de los síntomas) deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar la actividad (Mannerkorpi, 2009). Se recomienda incluir diferentes tipos de ejercicio en la misma sesión o sesiones diferentes (Cazzola, Atzeni, Salaffi, Stisi, S., Cassisi, G., et al., 2010). Además, la intensidad y la duración de las sesiones debe ser gradual (Thomas & Blotman, 2010) y reducirse cuando se experimente dolor o fatiga significativa después del esfuerzo, lo que será de gran beneficio a largo plazo al garantizarse la adherencia de estas personas al programa de ejercicio (Jones & Liptan, 2009). Varios estudios de ejercicio durante las 3 últimas décadas demostraron que las personas con fibromialgia pueden realizar ejercicio moderado e incluso vigoroso; sin embargo, en muchos estudios, los participantes experimentaron dificultades para realizar y adherirse a programas vigorosos e incluso intensidad moderada debido al aumento de los síntomas de la fibromialgia (Busch, Overend & Schachter, 2009).

La investigación apoya el entrenamiento aeróbico y de fuerza de las personas con fibromialgia con el objetivo de mejorar su condición física, reducir los síntomas derivados de la enfermedad y por lo tanto mejorar su calidad de vida. Además, recientemente, están empezando a investigarse otras formas de realizar ejercicio físico y así, conocer los efectos que tienen sobre los síntomas de la fibromialgia (Busch, et al., 2011).

Las terapias de conciencia corporal como tratamiento en la fibromialgia

La guía clínica estándar para el tratamiento de la fibromialgia incluye tanto intervenciones farmacológicas como no farmacológicas. En este último grupo se implementan diferentes intervenciones entre los que se incluyen el ejercicio aeróbico, de flexibilidad, el entrenamiento de fuerza y las terapias de conciencia corporal (Boehm, Ostermann, Milazzo & Büssing, 2012). Las terapias de conciencia corporal podrían definirse como la sensibilidad a los matices del movimiento, la toma de conciencia en cómo se ejecutan y experimentan esos movimientos en relación al espacio, el tiempo y la energía; y cómo se identifican esos movimientos en relación a los movimientos internos del cuerpo, las condiciones ambientales y relacionales (Skjaerven et al., 2019; Olsen, Skjaerven, Olsen & Skjaerven, 2016). Entre las terapias de conciencia corporal que han demostrado ser eficientes en programas de rehabilitación en diversas patologías como el cáncer, tanto en



22

términos de función física, psicológica e inmunológica, nos encontramos con el yoga, una forma de ejercicio para la mente y el cuerpo que promueve el bienestar físico, psicosocial, mental y emocional que puede ser especialmente beneficioso para personas con fibromialgia (Gard, 2005; Malmgren-Olsson, Armelius & Armelius, 2009).

Asimismo, las intervenciones con terapias de conciencia corporal activan diferentes sistemas endógenos en funciones fisiológicas, como el sistema inmunológico, autonómico, endocrino y su interacción, que disminuyen la presencia de neuroinflamación en el dolor crónico (Damasio, 2003).

Sin embargo, aunque el modelo teórico de la mayoría de las terapias de conciencia corporal aún no está bien definido, existen algunas explicaciones de los beneficios que se pueden observar tras su práctica: estas terapias involucran a las persona en su totalidad e incluyen todas las características del movimiento (perspectivas físicas, psicológicas, fisiológicas y existenciales) (Wang et al.,2010). Además, se centran en la respiración, el equilibrio y la conciencia postural (Gyllensten, Skär, Miller & Gard, 2010).

La práctica de yoga como tratamiento en la fibromialgia



El yoga se ha vuelto cada vez más popular en las culturas occidentales como medio de ejercicio y entrenamiento físico. Una gran variedad de estudios de investigación ha demostrado que la práctica del Hatha Yoga mejora la fuerza y la flexibilidad, además de ayudar en el control de variables fisiológicas como la presión arterial, la respiración, la frecuencia cardíaca y la tasa metabólica, mejorando de esta forma la capacidad funcional general de una persona (Raub, 2002).

En cuanto al yoga, los tres elementos principales utilizados para lograr el propósito de su práctica son: el cuerpo, la mente y el elemento que sirve de conector entre ambos, la respiración (inhalación, exhalación y suspensión), que fortalece los músculos respiratorios y mejora la ventilación. El control de la respiración durante la ejecución de las “asanas” (posturas o técnicas de acondicionamiento físico que mejoran la fuerza y la flexibilidad), además de controlar el flujo de energía de la mente, tiene un importante papel fisiológico que causa una influencia beneficiosa en los cuatro sistemas principales del cuerpo: la locomoción, a través del sistema musculoesquelético; el suministro de oxígeno, a través del sistema cardiopulmonar; y los sistemas del control nervioso y endocrino (Raub, 2002).



En un estudio realizado por Carson et al. (2010), se informaron los efectos de un programa de yoga en el que se incluían posturas de yoga tradicionales (ejecutadas de forma suave), ejercicios de meditación y ejercicios de respiración. Los participantes de la intervención mostraron mejoras significativas en las medidas estandarizadas de una amplia gama de síntomas de la fibromialgia, que incluían el dolor, la fatiga, la rigidez, la falta de sueño, la depresión y la ansiedad, entre otras. Además, las pruebas físicas mostraron también mejoras en la fuerza y el equilibrio de estas mujeres. Por lo tanto, parece ser que un enfoque más integrador de mente-cuerpo podría ser beneficioso para las personas con fibromialgia. Además, se sugiere la hipótesis de que tales mejoras podrían estar acompañadas de cambios en el procesamiento anormal del dolor por el que se caracterizan las personas con fibromialgia.

Otro estudio evaluó el efecto de la respiración del yoga entre mujeres con fibromialgia donde se mostraron índices reducidos de intensidad del dolor y malestar en comparación con controles sanos emparejados (Zautra, Fasman, Davis & Craig, 2010). En esta intervención, cada clase estuvo compuesta aproximadamente 40 minutos de posturas suaves, 25 minutos de meditación, 10 minutos de técnicas de respiración, 20 minutos de presentaciones didácticas sobre la aplicación de los principios yóguicos para un afrontamiento óptimo de la práctica y 25 minutos de discusiones grupales. La secuencia de posturas de yoga consistió en posturas de baja intensidad y bajo impacto, que se modificaron para evitar ciertos movimientos que pueden agravar el dolor en la fibromialgia (Jones & Liptan, 2009), siendo estos los ejercicios excéntricos (que pueden agravar las mialgias y provocar microtraumas musculares) e isométricos (que pueden desencadenar una disminución del riego sanguíneo en el músculo con la consiguiente mala oxigenación celular) (Alvarez, 2003).



Conclusión

Aunque se necesitan más investigaciones que comparen las técnicas de cuerpo-mente (como el yoga) con enfoques de ejercicio más convencionales, en general, los estudios que comparan los efectos del yoga y el ejercicio practicado de forma tradicional, parecen indicar que, tanto en personas sanas como en poblaciones enfermas, el yoga puede ser igual o más eficaz para la mejora de diferentes variables relacionadas con la salud.

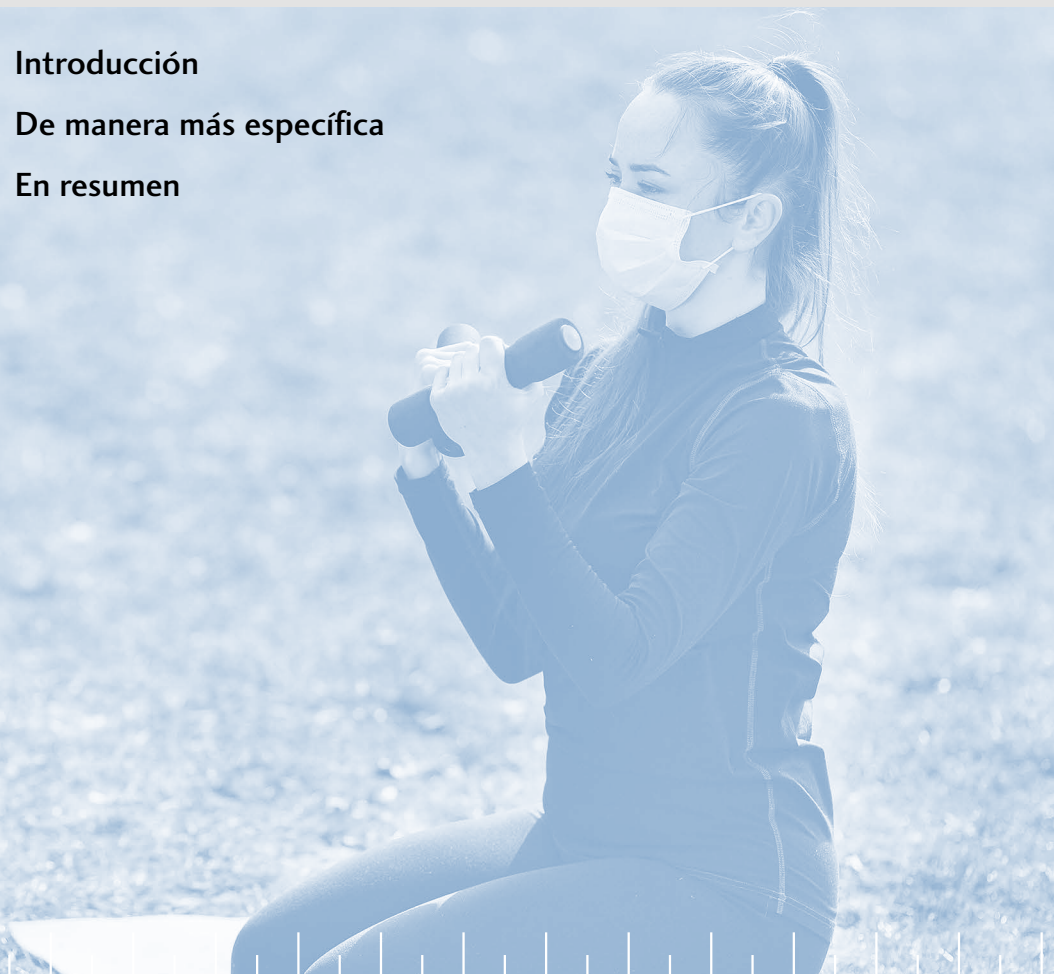
Además, son necesarios más estudios donde se diferencien los beneficios asociados a los diferentes estilos y técnicas de yoga supervisadas de forma individual.



24

COVID-19, EJERCICIO FÍSICO PARA MEJORAR LA INMUNIDAD.

- ▶ Introducción
- ▶ De manera más específica
- ▶ En resumen



Introducción ◀

Nicolás Terrados Cepeda



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

ES BIEN CONOCIDO QUE LA ACTIVIDAD FÍSICA ES EFECTIVA TANTO PARA PREVENIR COMO PARA TRATAR 26 TIPOS DE ENFERMEDADES, TANTO CARDÍACAS, COMO METABÓLICAS E INCLUSO VARIOS TIPOS DE CÁNCER (TERRADOS E IGLESIAS-GUTIÉRREZ, 2012; PEDERSEN Y SALTIN, 2015; POWELL ET AL., 2019), LAS CUALES PUEDEN AUMENTAR EL RIESGO DE MUERTE ENTRE LAS PERSONAS INFECTADAS CON EL CORONAVIRUS. POR LO QUE TIENE SENTIDO ALENTAR A LAS PERSONAS, ESPECIALMENTE AQUELLAS CON ENFERMEDADES CRÓNICAS, A QUE SEAN MODERADAMENTE ACTIVAS ANTES DE ENFERMARSE, PARA REDUCIR LA GRAVEDAD DE LA ENFERMEDAD DESPUÉS DE LA INFECCIÓN.



NOTA: Este artículo fue, en parte, publicado en la página web del Ayuntamiento de Avilés el 11 de Mayo de 2020.





Se sabe que el ejercicio tiene un impacto profundo en el funcionamiento normal del sistema inmune. Se ha demostrado que, ejercitarse regularmente a intensidad moderada mejora la respuesta inmune, disminuye la inflamación crónica y mejora varios indicadores inmunes en varias enfermedades, entre las cuales se incluyen el cáncer, el SIDA, la enfermedad cardiovascular, la diabetes y la obesidad. Cuando se está activo, los músculos producen compuestos que mejoran el funcionamiento del sistema inmunitario y reducen la inflamación (Hojman, 2017). Por lo tanto, la actividad física fortalece los dos procesos biológicos que reaccionan a la infección. Aunque no se han realizado estudios de los efectos del ejercicio con pacientes con COVID-19, los efectos de la actividad física sobre la inmunidad, la inflamación (Campbell y Turner, 2018; Hojman, 2017; Jones y Davison, 2019; Lee et al., 2019; Meneses-Echávez et al., 2016; Miles et al., 2019) y las infecciones respiratorias virales (Nieman & Wentz, 2019) están bien documentados. A todo esto hay que añadir que el estado de la microbiota intestinal puede influir en la severidad de la infección COVID-19, así como en la magnitud de la respuesta inmunológica a esta infección (Yeoh et al. 2021). La microbiota intestinal mejora con el ejercicio físico continuado (Mach y Fuster-Botella, 2017; Monda et al. 2017).

Además, el confinamiento puede aumentar el estrés. El estrés psicológico crea desequilibrios entre el cortisol y otras hormonas que afectan negativamente al sistema inmunitario y a la inflamación (Adam et al., 2017; Quinn et al. 2017).

El estar físicamente activo tiene importantes beneficios para la salud mental y puede ayudar a disminuir el estrés y reducir los síntomas de depresión y ansiedad (Basso et al., 2017; Powell et al., 2019),

Cada sesión de ejercicio, en particular el ejercicio aeróbico que involucre a todo el cuerpo, moviliza de forma instantánea miles de millones de células inmunes, especialmente aquellos tipos de células capaces de ejecutar funciones efectoras tales como el reconocimiento y eliminación de las células infectadas con virus. Sin embargo, el ejercicio demasiado intenso o extremo, como correr un maratón, puede reducir temporalmente la función inmune (Nieman & Wentz, 2019).



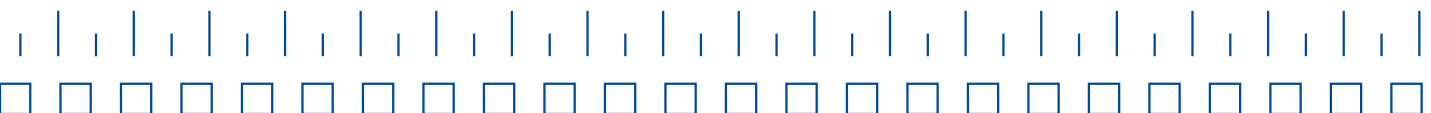


De manera más específica



Cuando se está activo, los músculos producen compuestos que mejoran el funcionamiento del sistema inmunitario y reducen la inflamación (Hojman, 2017). Por lo tanto, la actividad física fortalece los dos procesos biológicos que reaccionan a la infección. Aunque no se han realizado estudios de los efectos del ejercicio con pacientes con COVID-19, los efectos de la actividad física sobre la inmunidad, la inflamación (Campbell y Turner, 2018; Hojman, 2017; Jones y Davison, 2019; Lee et al., 2019; Meneses-Echávez et al., 2016; Miles et al., 2019) y las infecciones respiratorias virales (Nieman & Wentz, 2019) están bien documentadas. Debido a que los músculos representan el 30-40% del peso corporal, pueden ser un poderoso aliado para combatir el impacto de la infección, pero solo cuando se usan los músculos. La actividad física de intensidad moderada, es beneficiosa para la inmunidad, pero el ejercicio vigoroso extremo, como correr un maratón, puede reducir temporalmente la función inmune (Nieman & Wentz, 2019). Así pues, si toda la población realizara una mayor actividad física, se podría reducir la cantidad de personas infectadas que requieren hospitalización.

Hay que recordar que la actividad física es efectiva tanto para prevenir como para tratar enfermedades cardíacas, metabólicas, músculo-esqueléticas, psiquiátricas, neurológicas, pulmonares y varios tipos específicos de cáncer (Pedersen y Saltin, 2015; Powell et al., 2019). Y muchas de estas patologías aumentan el riesgo de muerte entre las personas infectadas con el coronavirus. Por lo que tiene sentido alentar a las personas, especialmente aquellas con enfermedades crónicas, a que sean moderadamente activas antes de enfermarse, para reducir la gravedad de la enfermedad después de la infección, debido, entre otras cosas, a que la actividad física tiene efectos inmediatos sobre el funcionamiento inmune y la inflamación (Hojman, 2017).



Además el confinamiento puede aumentar el estrés. El estrés psicológico crea desequilibrios entre el cortisol y otras hormonas que afectan negativamente el sistema inmunitario y la inflamación (Adam et al., 2017). El estar físicamente activo tiene importantes beneficios para la salud mental y ayuda a disminuir el estrés y reducir los síntomas de depresión y ansiedad (Basso et al., 2017; Powell et al., 2019),

En estos momentos, el mayor riesgo de la infección COVID-19 es verse expuesto a ella. Es de suma importancia que encontremos formas creativas de ejercitarnos al mismo tiempo que mantenemos el distanciamiento social y las medidas de higiene apropiadas. Si bien es cierto que el ejercicio podría no impedir que nos infectemos si nos vemos expuestos, es probable que al mantenernos activos impulsemos nuestro sistema inmune para ayudar a reducir al mínimo los efectos perjudiciales del virus, para mejorar nuestros síntomas, para acelerar nuestra recuperación y para disminuir la probabilidad de que podamos infectar a otras personas con quienes entremos en contacto.



En resumen

Es de vital importancia que intentemos mantener nuestros niveles de actividad física dentro de las pautas recomendadas. No solamente puede haber un efecto positivo directo del ejercicio en las células y moléculas del sistema inmune; se sabe también que el ejercicio puede contrarrestar los efectos negativos del estrés por aislamiento y confinamiento sobre varios aspectos de la inmunidad.

A pesar de que actualmente no existen datos científicos acerca de los efectos del ejercicio sobre los coronavirus, sí hay evidencia de que el ejercicio puede proteger a las personas de muchas otras infecciones virales, incluyendo la gripe, los rinovirus (causantes del resfriado común) y los virus relacionados con el herpes.

Es probable que al mantenernos activos impulsemos nuestro sistema inmune para ayudar a reducir al mínimo los efectos perjudiciales del virus, para mejorar nuestros síntomas, para acelerar nuestra recuperación. (Jukic et al. 2020).



28

VITAMINA C Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

- ▶ Antecedentes históricos
- ▶ Propiedades generales y estructura de la vitamina C
- ▶ Transporte de vitamina C
- ▶ Ingesta recomendada de vitamina C y fuentes alimentarias
- ▶ Funciones de la vitamina C durante la actividad física
- ▶ Vitamina C y los factores de crecimiento inducidos por la hipoxia

Antecedentes históricos ◀

Javier Morán Tiesta



FACULTAD DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA
SALUS INFIRMORUM (CAMPUS MADRID) DE LA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE SALAMANCA

FUE A FINALES DE LA DÉCADA DE 1910 CUANDO SE AISLÓ UNA SUSTANCIA DEL JUGO DE LIMÓN, LA CUAL SE DENOMINÓ “EL FACTOR ANTIESCORBUTO”⁽¹⁾. PERO NO FUE HASTA 1928 CUANDO SZENT-GYÖRGYI⁽²⁾, AISLÓ UN COMPUESTO CRISTALINO DERIVADO DEL REPOLLO Y DEL TEJIDO SUPRARRENAL, QUE DENOMINÓ ÁCIDO HEXURÓNICO, Y POSTERIORMENTE SE LE CAMBIÓ EL NOMBRE POR EL DE ÁCIDO ASCÓRBICO. YA EN EL AÑO 1932⁽³⁾ ES CUANDO SE RECONOCE COMO VITAMINA, Y SE LE NOMBRA COMO VITAMINA C.

Aunque la existencia de vitamina C se conoce desde hace menos de un siglo, el hecho de que la deficiencia de vitamina C pueda afectar negativamente al rendimiento físico, se ha documentado durante siglos⁽⁴⁻⁶⁾. Existen informes de la Armada Británica desde finales de 1700 sobre marineros con escorbuto (deficiencia de vitamina C)⁽⁵⁾. Estos informes describen marineros sanos, pero que al enfermar limitaban su actividad física e incluso llegaban a la muerte. Durante la guerra de Crimea (1854–1856) y la Guerra Civil estadounidense, se informó de escorbuto entre los soldados; aquellos que eran diagnosticados de escorbuto tuvieron problemas respiratorios al realizar actividad física y redujeron de una forma considerable su capacidad de realizar ejercicios de resistencia⁽⁵⁾.





Por lo tanto, si bien el estudio de la vitamina C y el rendimiento físico es una pregunta de los últimos 40 años en nuestro ámbito, el hecho de que el escorbuto disminuya el rendimiento físico ha ocurrido y se ha descrito desde hace siglos, aunque esta disminución del rendimiento con el escorbuto, se encuadra en el hecho de ser una patología.

El uso de vitamina C como ayuda ergogénica para mejorar el rendimiento deportivo y disminuir la fatiga y el sobreentrenamiento, es una posibilidad interesante, aunque controvertida.

Propiedades generales y estructura de la vitamina C

Al término "Vitamina C" se le denominan un conjunto de sustancias con actividad antiescorbútica, que básicamente son dos: el ácido ascórbico y el ácido dehidroascórbico, siempre orientados en su forma isomérica levógira⁽⁷⁾, ya que es la única que posee acciones fisiológicas.

La vitamina C es una vitamina soluble en agua para humanos, primates y cobayas. La mayoría del resto de especies animales pueden producir ácido ascórbico a partir de la glucosa, pero los humanos carecen de una enzima: l-gulonolactona oxidasa⁽⁸⁾, necesaria para convertir la glucosa en ácido ascórbico. La vitamina C existe en humanos en dos formas biológicamente activas: ácido ascórbico y ácido dehidroascórbico. Es la capacidad de convertirse entre estas dos formas la que le ofrece su capacidad antioxidante⁽⁹⁾.





Transporte de vitamina C



La vitamina C ingerida en la dieta⁽¹⁰⁾ se absorbe en el intestino delgado superior mediante mecanismos de transporte activo (50–200 mg/día), como interviene un transportador esto lleva acarreado un gasto energético⁽¹¹⁾, el cual será mayor o menor en función de la cantidad ingerida. Mientras que grandes ingestas de la vitamina C, por encima de un gramo, pueden ser absorbidas mediante difusión pasiva⁽¹²⁾⁽¹³⁾. Estudios de farmacocinética de la vitamina C⁽¹⁴⁾ confirman que la posible saturación es parcial, y aseguran que a medida que se ingiere más, disminuye el porcentaje de absorción (cinética sigmoidea); mientras que a dosis fisiológicas el cuerpo es capaz de asimilar el 80 al 90% de la dosis ingerida, en dosis de 1 a 1,5gr el porcentaje de asimilación se reduce al 50%, y en dosis superiores a 12 gramos este porcentaje se reduce al 16%⁽¹¹⁾⁽¹³⁻¹⁵⁾, aunque siempre a dosis altas se asimila mayor cantidad absoluta de vitamina C.

La vitamina C se encuentra en altas concentraciones en las glándulas suprarrenales, la glándula pituitaria, los glóbulos blancos, el ojo y el tejido cerebral⁽⁹⁾⁽¹⁶⁾.

Ingesta recomendada de vitamina C y fuentes alimentarias



La vitamina C se encuentra de forma natural y casi exclusiva en frutas y verduras⁽¹⁷⁾. Algo de vitamina C se puede encontrar en la leche y el hígado, pero estos valores son escasos. Además de las fuentes naturales de la vitamina, muchos alimentos están enriquecidos con Vitamina C, como pueden ser los cereales para el desayuno, algunas bebidas deportivas y barritas nutricionales. Por lo que es posible que hoy en día se pueda obtener una mayor ingesta de Vitamina C, siempre teniendo en cuenta que sea el isómero L y no el D que no tiene actividad como vitamina.

Se sabe que para evitar el escorbuto son suficientes, ingestas diarias de 10 mg/día de vitamina C⁽¹⁸⁾, aunque para asegurar las funciones que ofrece la Vitamina C en el cuerpo se recomienda un dosis a partir de 60 mg/día.

La cantidad diaria recomendada de vitamina C para adultos (RDA) varía entre autores. Para Gropper⁽¹⁶⁾ la ingesta diaria de vitamina C sería de 75 mg/día para mujeres y 90 mg/día para hombres; mientras que para la National Academic of Sciences⁽¹⁹⁾ recomienda la ingesta de cinco piezas de fruta o verdura fresca. Es conocido que este nivel de ingesta mantiene niveles adecuados de vitamina C y previene de signos de escorbuto en la mayoría de las personas. Sin embargo, estas recomendaciones se han realizado para personas



sedentarias que realicen una actividad de ligera a moderada, y en ningún momento se han realizado específicamente para atletas o personas dedicadas a actividades físicas extenuantes o prolongadas.

Varios estudios han demostrado que el estrés fisiológico aumenta la necesidad de vitamina C. Este estrés fisiológico se puede asemejar a infecciones⁽²⁰⁾, fumar cigarrillos⁽²¹⁾⁽²²⁾, temperatura ambiental extrema y altitud⁽²³⁾, entre otros. El ejercicio extenuante o prolongado es una forma de estrés fisiológico⁽²⁴⁾ y posiblemente podría aumentar los requisitos y, por lo tanto, la ingesta recomendada de la vitamina C en personas físicamente activas, con toda esta información todavía hay discrepancia en cuanto a cual sería la dosis a tomar por deportistas⁽²⁵⁾.

A pesar las recomendaciones de muchos autores de no usar megadosis ya que no se eleva la vitamina C en sangre y se aumenta la excreción por orina, en la suplementación con vitamina C, Taylor⁽²⁶⁾ ofrece ciertos datos experimentales por los que en ciertos tejidos puede aumentar su cantidad en sujetos que se han suplementado con dosis mayores. Siguiendo esta línea de autores se puede encontrar el uso de dosis en deportistas desde los 250 mg/día⁽²⁷⁾, hasta los 2 gr/día⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾, e incluso llegando en ocasiones hasta los 10 gr/día⁽³⁰⁾.





Funciones de la vitamina C durante la actividad física



El ácido ascórbico tiene varias funciones importantes relacionadas con la actividad física, entre las cuales podemos enumerar: La síntesis de colágeno, la síntesis de carnitina, la prevención del exceso de radicales libres. Además, recientemente se está especulando sobre la relación de la Vitamina C con los HIFs.

Síntesis de colágeno



Se han realizado investigaciones de la reparación del colágeno dañado tras una lesión músculo-esquelética. Gran parte de estudios confirman que la vitamina C era efectiva al estimular las vías bioquímicas asociadas con la síntesis de colágeno⁽³¹⁾. Omeroglu⁽³²⁾ informó que la vitamina C aumentó la actividad de los fibroblastos secretores de procolágeno y la producción general de colágeno tipo I en ratas. La estimulación de las células productoras de colágeno también fue confirmada por Yilmaz⁽³³⁾, además de observar tasas aceleradas de desarrollo de condrocitos e hipertrofia. Sandukji⁽³⁴⁾ observó elevaciones en la fosfatasa alcalina, una enzima dependiente de la vitamina C involucrada en la diferenciación osteoblástica y la formación de hueso⁽³⁵⁾. Sarisozen⁽³⁶⁾ también sugiere que el aumento observado en la formación de callos debido a la vitamina C resultó de la proliferación de osteoblastos, aunque la actividad celular no se cuantificó. En general, estos estudios proporcionan evidencia de que la vitamina C puede ser efectiva para promover la síntesis de colágeno in vivo, aunque se necesitan más estudios clínicos para fortalecer las implicaciones para la suplementación postoperatoria de vitamina C.

Síntesis de carnitina



La Carnitina es una sustancia imprescindible para transportar el acil Co A dentro de la mitocondria y de esta forma producir energía debido a la beta oxidación. Este complejo transporte hacia el interior de la mitocondria es mediado por la Vitamina C, ya que es imprescindible para mantener la actividad enzimática (TMLD) y mantener el hierro en estado ferroso⁽⁹⁾⁽³⁷⁾.





Prevención de exceso de radicales libres. Función antioxidante

La vitamina C es un donante de electrones, y esta propiedad representa todas sus funciones conocidas. Como donante de electrones, la vitamina C es un potente antioxidante⁽³⁸⁾ soluble en agua en humanos.

Debido a la producción de energía de forma aeróbica se producen de forma continua sustancias oxígeno reactivas (ROS) como son el peróxido de hidrógeno⁽³⁸⁾, malondialdehído en la sangre y pentano en la respiración, las cuales generan radicales libres⁽³⁹⁾. Es conocido que personas entrenadas tienen menos estrés oxidativo debido al ejercicio, de tal forma que los atletas entrenados muestran menos evidencia de peroxidación lipídica para un determinado período de ejercicio y un sistema de defensa mejorado en relación con los sujetos no entrenados. Además Clarkson⁽⁴⁰⁾ justificó que atletas entrenados que se han suplementado con vitamina C, obtuvieron menores valores de sustancias oxígeno reactivas, debido a su capacidad antioxidante. Este menor aumento en sujetos entrenados se podría justificar por una menor intensidad relativa con respecto a personas no entrenadas, que en el momento de realizar una actividad física podrían llegar antes a situaciones extenuantes⁽⁴¹⁾ o máximas. Sin embargo, estos suplementos parecen no haber demostrado efecto beneficioso sobre el rendimiento físico.

Parece importante el estudio de Tauler et al⁽⁴²⁾, en el que se suministra vitamina C tras un ejercicio intenso y en el grupo experimental se observaron valores superiores de la actividad catalasa de los eritrocitos, mientras que el grupo control obtuvo valores superiores de lactato deshidrogenasa y ácido úrico, así como la actividad de la glutatión peroxidasa.



Como conclusión se sabe que la suplementación con vitamina C podría tener efectos beneficiosos en las personas que están bajo situaciones de estrés debidas al ejercicio físico. Lo que ocurre es que no hay razón para suponer que 0.2 g / día de vitamina C sean suficientes para contrarrestar ese estrés oxidativo. Se han encontrado ensayos donde justifican dosis diarias de 500 a 2.000 mg para prevenir la broncoconstricción inducida por el ejercicio⁽²⁹⁾⁽⁴³⁾.



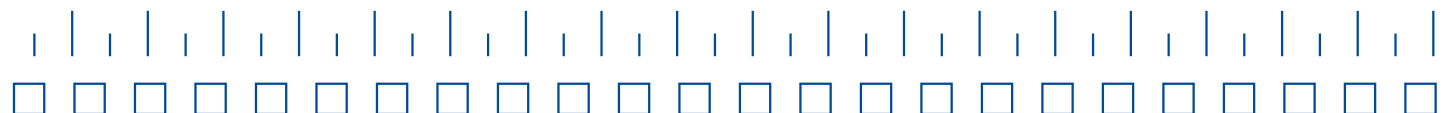
Respuesta inmunitaria ante el ejercicio



Entendiendo el ejercicio como una actividad estresante al sistema⁽⁴⁴⁾, el cuerpo responde de una manera conjunta ante cualquier situación similar, activando el eje hipotálamo – Hipófisis – sistema suprarrenal⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁶⁾ liberando adrenalina y noradrenalina. La síntesis de estas sustancias⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾ viene mediada por la vitamina C , y las cuales provocarán la producción de $\text{NFK}\beta$ ⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁴⁾, seguida de citoquinas inflamatorias como son: IL-1, IL-6, TNF α e IFN γ (55) mientras que al poco tiempo activa también la producción de cortisol⁽⁴⁴⁾ via Hipotálamo – Pituitaria - Adrenal, para contrarrestar el proceso inflamatorio iniciado ⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁶⁾.

Este proceso variará en función de:

- ▶ El tipo de entrenamiento, ya que parece que en el entrenamiento de resistencia no se modifica la respuesta de cortisol⁽⁵⁷⁾, pero si la disminuiría en el de velocidad, este artículo es discutible ya que el estímulo de entrenamiento de resistencia son 30' de trabajo 3 veces a la semana al 80% de su $Fc_{\text{máx}}$.
- ▶ Las condiciones y el estado psicológico y la predictibilidad del ejercicio realizado⁽⁵⁸⁾.
- ▶ La fatiga acumulada bajo situaciones de intensidad⁽⁵⁹⁾.
- ▶ El sexo.



La respuesta inmunitaria es compleja en situaciones de actividad física y dependerá de la intensidad relativa que supone para el individuo⁽⁶⁰⁾⁽⁶¹⁾, y esto implicará un incremento en las concentraciones circulantes de hormonas adrenales (cortisol, adrenalina y noradrenalina) con efectos inmunosupresores⁽⁶²⁾ y antiinflamatorios⁽⁶³⁾ en respuesta a los ejercicios de alta intensidad.

En los últimos años se ha estudiado la suplementación de la Vitamina C bajo estas condiciones. Como se ha descrito la vitamina C puede interactuar con la actividad física en varios niveles, por ejemplo, en el desarrollo deficiente del tejido conectivo podría aumentar las lesiones a nivel de ligamentos y tendones, como una mala cicatrización de estas lesiones. La producción inadecuada de carnitina disminuiría la capacidad de la persona para utilizar ácidos grasos como fuente de energía, aspecto que obligaría a un mayor uso de glucógeno; siendo esta una reserva limitada, implicando una disminución en las reservas de éste durante el ejercicio y causando fatiga y disminución del rendimiento, pero el objetivo de este trabajo es realizar una revisión de los mecanismos de hipoxia, mediados por los Factores de crecimiento inducido por Hipoxia (HIF), que se producen durante el ejercicio y su posible relación con la vitamina C.

¿Qué son los factores de crecimiento inducido por la hipoxia (HIFs)?

El complejo transcripcional HIF fue descubierto en 1995 por Semenza y Wang. La mayoría, si no todas, las especies que respiran oxígeno expresan el complejo transcripcional altamente conservado HIF-1, que es un heterodímero compuesto por cadenas alfa y beta la cadena alfa esta compuesta por tres subunidades alfa (HIF-1a, HIF-2a, HIF-3a) y a una subunidad beta (HIF 1b)⁽⁶⁴⁾; y que se activa bajo situación de disminución de O₂ en la célula⁽⁶⁵⁾. HIF juega un papel central en la regulación del metabolismo humano⁽⁶⁶⁾.

El factor de crecimiento inducido por hipoxia (HIF) es un factor de transcripción central que permite la respuesta adaptativa al estrés hipóxico en condiciones normales y patológicas mediante la activación de una gran cantidad de genes responsables, entre otras funciones, del suministro de oxígeno, angiogénesis, proliferación celular, diferenciación celular y metabolismo⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾.

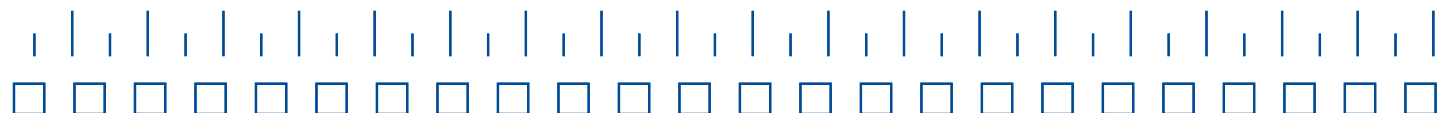
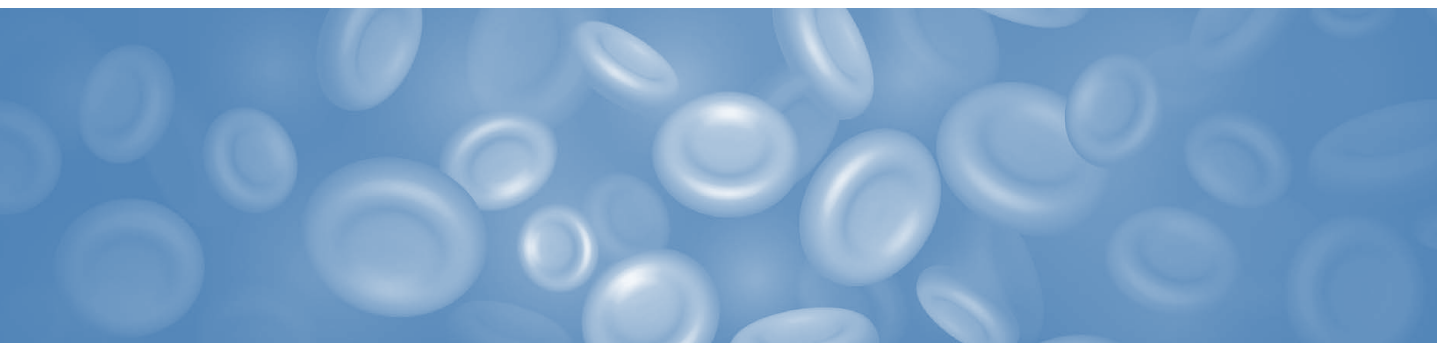
Vitamina C y los factores de crecimiento inducidos por la hipoxia



La degradación de HIF resulta posible gracias a la hidroxilación de uno o de otro de los dos residuos propil16 y se realiza gracias a las prolin-hidroxilasas PHD1, PHD2 o PHD3⁽⁶⁹⁻⁷¹⁾⁽⁷³⁾, enzimas que actúan como "sensores de oxígeno" en la célula, ya que su actividad catalítica requiere oxígeno como sustrato. Esta degradación del factor de hipoxia inducido se realiza a través de la vía del proteasoma de ubiquitina mediada por el gen VHL, cuyas alteraciones provoca la enfermedad de Von Hippel Lindau (EVHL) que es una mutación heredada, que induce la formación de tumores⁽⁷⁴⁾.

En este proceso de degradación existen diferentes genes y está mediado por diferentes sustancias, entre las que se encuentra el hierro o el ascorbato⁽⁷⁵⁻⁷⁹⁾. El ascorbato reduce drásticamente los niveles de HIF1 α dependiente de un sistema funcional de hidroxilasa, aspecto muy descrito en células cancerosas⁽⁸⁰⁾. Aunque se ha encontrado escasos estudios de la degradación de HIF en células sanas en situación de hipoxia⁽⁷³⁾⁽⁸¹⁾ debido al ejercicio físico de alta intensidad, o en situaciones de altitud.

El mecanismo de acción del ascorbato en la degradación de HIF está aún por determinar con exactitud. Aunque se piensa que es posible que el ascorbato actúe para reducir el hierro catalizado en el proceso de separación de la hidroxilasa⁽⁷³⁾⁽⁷⁶⁾. Sin embargo se observan efectos similares con hierro y ascorbato, por lo tanto es posible que el ascorbato funcione de una manera más general para promover la disponibilidad de Fe²⁺⁽⁷⁰⁾.





Antes los estudios encontrados⁽⁷⁵⁾⁽⁷⁶⁾ es hipotetizable que en condiciones normales de los tejidos, la actividad HIF-hidroxilasa pueda ser limitada por la disponibilidad de hierro y del ascorbato⁽⁷⁰⁾⁽⁷⁵⁻⁷⁷⁾. Comprender en qué medida esto contribuye a la degradación de los factores de crecimiento inducidos por hipoxia debería ser de interés en futuros estudios. La importancia del rol del ascorbato en la degradación de HIF in vivo está cobrando cada vez mayor importancia⁽⁸⁰⁾, además de por su potencial participación en la degradación de la respuesta hipóxica, sino también debido a su posible papel en la reparación de ADN a través de sustancias como la 2-oxoglutarato dependiente de la oxigenasa y sus enzimas relacionadas⁽⁷⁰⁾.

Como conclusión final cabría destacar la gran evidencia existente acerca de los mecanismos de acción en el uso de la Vitamina C, aunque se abre una línea de investigación muy interesante, para entender cuando usar la vitamina C en situaciones de hipoxia transitorias durante la actividad física de alta intensidad, así como una posible ayuda ante los procesos de destrucción de HIF.



Artículo 1

1. Elena Rodríguez-Rodríguez, Aránzazu Aparicio, Patricia Sánchez-Rodríguez, Ana M. Lorenzo-Mora, Ana M. López-Sobaler y Rosa M. Ortega. Deficiencia en vitamina D de la población española. Importancia del huevo en la mejora nutricional. *Nutrición Hospitalaria*. ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHO-EQ S.V.R. 318.
2. Gómez de Tejada Romero MJ, Sosa Henríquez M. Recomendaciones de las sociedades científicas sobre la suplementación de calcio y vitamina D en la osteoporosis. *Rev Osteoporos Metab Miner*. 2019; 11. (Supl 1): S8-12.
3. de la Puente Yagüe M, Collado Yurrita L, Ciudad Cabañas MJ, Cuadrado Cenzual MA. Role of Vitamin D in Athletes and Their Performance: Current Concepts and New Trends. *Nutrients*. 2020 Feb 23;12(2):579. doi: 10.3390/nu12020579. PMID: 32102188; PMCID: PMC7071499.
4. Owens DJ, Allison R, Close GL. Vitamin D and the Athlete: Current Perspectives and New Challenges. *Sports Med*. 2018 Mar;48(Suppl 1): 3-16. doi: 10.1007/s40279-017-0841-9. PMID: 29368183; PMCID: PMC5790847.
5. Varsavsky M, Rozas Moreno P, Becerra Fernández A, Luque Fernández I, Quesada Gómez JM, Ávila Rubio V, García Martín A, Cortés Berdonces M, Naf Cortés S, Romero Muñoz M, Reyes García R, Jódar Gimeno E, Muñoz Torres M en representación del Grupo de Trabajo de Osteoporosis y Metabolismo Mineral de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Recomendaciones de vitamina D para la población general. *Revista Endocrinología, Diabetes y Nutrición* Vol. 64. Núm. S1. Páginas 7-14 (Marzo 2017).
6. Carbonell Abella C. Vitamina D: indicaciones para el cribado y tratamiento. *FMC (Formación Médica Continuada)*. Actualizando la práctica asistencial. Vol. 26 núm. 8. Páginas 441-447 (Oct. 19).
7. Infante Pina D, Yeste Fernandez D. Salud y vitamina D: Un puzzle incompleto. *Anales de pediatría*. AEP. Vol. 77. Núm. 1. Páginas 1-4 (Julio 2012).
8. Palacios N, Saura E, Fernández J Y Díaz E. Evolución de los niveles de vitamina D en deportistas de gimnasia rítmica. *Revista en endocrinología, diabetes y nutrición*. 59 Congreso Nacional de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Barcelona, 18-20 (Octubre 2017).
9. Palacios Gil de Antuñano N, Manonelles Marqueta P (coordinadores), Blasco Redondo R, Contreras Fernández C, Franco Bonafonte L, Gaztañaga Aurrekoetxea T, Manuz González B, de Teresa Galván C, del Valle Soto M. Grupo de Trabajo sobre Nutrición en el Deporte de la Federación Española de Medicina del Deporte. García Gabarra A, Villegas García J A. Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte* 2019;36(Supl. 1):7-83.
10. Valtuena, Jara et al. High prevalence of vitamin D insufficiency among elite Spanish athletes: the importance of outdoor training adaptation. *Nutr. Hosp*. [online]. 2014, vol.30, n.1. pp.124-131. ISSN 1699-5198.
11. Grant WB, Lahore H, Rockwell MS. Los beneficios de la suplementación con vitamina D para los atletas: mejor rendimiento y menor riesgo de COVID-19. *Nutrients*. 2020; 12 (12): 3741. Publicado el 4 de diciembre de 2020. Doi: 10.3390/nu12123741.
12. Saita Y. Risk/caution of vitamin D insufficiency for quarantined athletes returning to play after COVID-19. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2020; 6(1):e000882. Published 2020. Oct 19. doi:10.1136/bmjsem-2020-000882.
13. Malaguarnera L. Vitamin D3 as Potential Treatment Adjuncts for COVID-19. *Nutrients*. 2020;12(11):3512. Published 2020 Nov 14. doi:10.3390/nu12113512.
14. IOF. Recomendaciones sobre vitamina D. *International osteoporosis foundation*. Internet. Consulta: Día 14 de enero 2021. Disponible en la web: <https://www.osteoporosis.foundation/vitamin-d-recommendations>.
15. Cucalón Arenal J M, Blay Cortés M G, Zumeta Fustero J, Blay Cortés V. Grupo de Trabajo de Endocrinología, Metabolismo y Nutrición de la SEMG. Actualización en el tratamiento con colecalciferol en la hipovitaminosis D desde atención primaria. *Medicina General y de Familia, Digital*. v8n2, Revisión.
16. Buitrago Ramírez F, Rodríguez Pérez L, Pagador Trigo A, Gato Núñez C, González Pulido B, Tratamiento de la hipovitaminosis D. *Formación Médica Continuada en Atención Primaria*. Vol. 23. Núm. 8. Páginas 474-479 (Octubre 2016).
17. Muñoz Torres M, García Martín T. Vitamina D en pandemia por COVID-19. *Documentos SEEN*. (21 de abril de 2020).
18. Thomas Travis D, Anne Erdman K, Burke L M y MacKillop M. Nutrición y Rendimiento Deportivo. Artículo publicado en el journal *PublICE* del año 2016.
19. Mansur J L et al. Vitamin D high doses supplementation could represent a promising alternative to prevent or treat COVID-19 infection. *Clínica e investigación en arteriosclerosis: publicación oficial de la Sociedad Española de Arteriosclerosis* vol.32, 6 (2020): 267-277.
20. Grant W.B., Lahore H., McDonnell S.L., Baggerly C.A., French C.B., Aliano J.L. Vitamin D supplementation could prevent and treat influenza, coronavirus, and pneumonia infections. *Preprints*. 2020. doi:10.20944/preprints2020.03.0235v1.2020030235.
21. Rhodes J.M., Subramanian S., Laird E., Kenny R.A. Editorial: Low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North supports vitamin D as a factor determining severity. *Aliment Pharmacol Ther*. 2020 doi: 10.1111/apt.15777.
22. The association of UK Dietitians: COVID-19, Coronavirus - Advice for general Public. March 16, 2020. Disponible en: <https://www.bda.uk.com/resource/covid-19-corona-virus-advice-for-the-general-public.html>



23. Nowakowski ACH. **Brave New Lungs: Aging in the Shadow of COVID-19.** *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2020 Aug 7;gbaa118. doi: 10.1093/geronb/gbaa118. Epub ahead of print. PMID: 32766805; PMCID: PMC7529093.

24. Mannan Baig A. **Calculando los efectos del SARS-CoV-2 en los mecanismos reguladores de la respiración en COVID-19.** *Neurociencia química ACS* 2020 11 (16), 2416-2421. DOI: 10.1021/acchemneuro.0c00349.

25. Zhu, Han y col. **Complicaciones cardiovasculares en pacientes con COVID-19: consecuencias de las toxicidades virales y la respuesta inmune del huésped.** *Informes actuales de cardiología* vol. 22,5 32. 21 de abril de 2020, doi: 10.1007 / s11886-020-01292-3.

26. Rooney S, Webster A, Paul L. **Systematic Review of Changes and Recovery in Physical Function and Fitness After Severe Acute Respiratory Syndrome-Related Coronavirus Infection: Implications for COVID-19 Rehabilitation.** *Phys Ther.* 2020 Sep 28;100(10):1717-1729. doi: 10.1093/ptj/pzaa129. PMID: 32737507; PMCID: PMC7454932.

27. Goha A, Mezue K, Edwards P, Nunura F, Baugh D, Madu E. **COVID-19 y el corazón: una actualización para los médicos.** *Clinical Cardiology*, Vol. 43, Número 11, Noviembre de 2020, Páginas 1216-1222. Wiley online library.

28. Metz J, McElheny K, Robinson JN, et al. **Considerations for Return to Exercise Following Mild-to-Moderate COVID-19 in the Recreational Athlete.** *HSS Journal: the Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery.* 2020 Aug:1-6. DOI:10.1007/ s11420-020-09777-1.

29. Santos, R.N.D.; Maeda, S.S.; Jardim, J.R.; Lazaretti-Castro, M. **Reasons to avoid vitamin D deficiency during COVID-19 pandemic.** *Arch. Endocrinol. Metab.* 2020, 64, 498–506.

30. Cereda E; Bogliolo L; de Stefano L; Caccialanza R. **Una breve discusión sobre el beneficio y el mecanismo de la suplementación con vitamina D en la enfermedad por Coronavirus 2019. Opinión actual sobre nutrición clínica y atención metabólica: enero de 2021** Volumen 24 - Número 1 - p 102-107 doi: 10.1097 / MCO.0000000000000701.

31. Biesalski HK. **Obesity, vitamin D deficiency and old age a serious combination with respect to coronavirus disease 2019 severity and outcome.** *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2021 Jan; 24(1):18-24. doi: 10.1097/MCO.0000000000000700. PMID: 32941186.

32. **Grupo de prevención en el deporte, Sociedad Española de Medicina del Deporte.** *Recomendaciones de la sociedad española de medicina del deporte y del consejo general de colegios oficiales de médicos de España para la reincorporación al deporte de competición.* Abril de 2020. SEMED.

Artículo 2

1. Alvarez, A. (2003). **Ejercicio físico en la fibromialgia.** Instituto de Rehabilitación Médica. Corporación Fisiogestión. *Madrid Rehabilitación* 37(6):363-74.

2. Bravo, C., Skjaerven, L. H., Guillard Sein-Echaluce, L., & Catalan-Matamoros, D. (2019). **Effectiveness of movement and body awareness therapies in patients with fibromyalgia: a systematic review and meta-analysis.** *Eur J Phys Rehabil Med*, 55(5), 646-657. doi:10.23736/s1973-9087.19.05291-2

3. Boehm, K., Ostermann, T., Milazzo, S., & Büssing, A. (2012). **Effects of yoga interventions on fatigue: a meta-analysis.** *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2012:124703. doi: 10.1155/2012/124703

4. Busch, A. J., Overend, T. J., & Schachter, C. L. (2009). **Fibromyalgia treatment: the role of exercise and physical activity. This comprehensive systematic review and meta-analysis of RCTs up to 2008 examines the effects of all forms of exercise interventions, including aerobic, strength, flexibility, mixed aerobic and strength, and combination interventions (exercise when combined with nonexercise) for individuals with fibromyalgia.** *Int J Clin Rheumatol*, 4:343–80.

5. Busch, A. J., Webber, S. C., Brachaniec, M., Bidonde, J., Bello-Haas, V. D., Danyliw, A. D., Schachter, C. L. (2011). **Exercise therapy for fibromyalgia.** *Curr Pain Headache Rep*, 15(5), 358-367. doi:10.1007/s11916-011-0214-2



6. Carbonell, A., Aparicio, V.A., Álvarez, I.M., & Delgado, M. (2014). Programa de ejercicio físico en fibromialgia. Consejería de Igualdad. Salud y Políticas Sociales. Junta de Andalucía, Sevilla. Recurso electrónico.
7. Carson, J. W., Carson, K. M., Jones, K. D., Lancaster, L., & Mist, S. D. (2016). Mindful Yoga Pilot Study Shows Modulation of Abnormal Pain Processing in Fibromyalgia Patients. *Int J Yoga Therap*, 26(1), 93-100. doi:10.17761/1531-2054-26.1.93.
8. Carson, J. W., Carson, K. M., Jones, K. D., Bennett, R. M., Wright, C. L., & Mist, S. D. (2010). A pilot randomized controlled trial of the Yoga of Awareness program in the management of fibromyalgia. *Pain*, 151(2): 530-539. doi: 10.1016/j.pain.2010.08.020.
9. Cazzola, M., Atzeni, F., Salaffi, F., Stisi, S., Cassisi, G., & Sarzi-Puttini, P. (2010). Which kind of exercise is best in fibromyalgia therapeutic programmes? A practical review. *Clin Exp Rheumatol*, 28 (6 Suppl 63): S117-24.
10. Damasio, A. (2003). Looking for Spinoza: Joy, Sorrow, and the Feeling Brain. (Crítica E, ed.).
11. Gard, G. (2005). Body awareness therapy for patients with fibromyalgia and chronic pain. *Disabil Rehabil*, 27:725-8.
12. Gyllensten, A. L., Skär, L., Miller, M., Gard, G. (2010). Embodied identity - a deeper understanding of body awareness. *Physiother Theory*, 26:439-46.
13. Jones, J., Rutledge, D., & Aquino, J. (2010). Predictors of Physical performance and functional ability in people 50+ with and without fibromyalgia. *J Aging Phys Act*, 18 (3): 353-68. doi: 10.1123/japa.18.3.353.
14. Jones, J., Rutledge, D. N., Jones, K. D., Matallana, L., & Rooks, D. S. (2008). Self-assessed physical function levels of women with fibromyalgia: A national survey. *Women's Health Issues*, 18, 406-412.
15. Jones, K.D., & Hoffman, J.H. (2009). *Fibromyalgia*. Sta. Barbara, CA: Greenwood.
16. Jones, K. D., King, L. A., Mist, S. D., Bennett, R. M., & Horak, F. B. (2011). Postural control deficits in people with fibromyalgia: A pilot study. *Arthritis Research and Therapy*, 13, R127.
17. Jones, K. D., & Liptan, G. L. (2009). Exercise interventions in fibromyalgia: Clinical applications from the evidence. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 35: 373-391.
18. Latorre-Santiago, D., & Torres-Lacomba, M. (2014). Fibromialgia y ejercicio terapéutico. Revisión sistemática cualitativa. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. X, número X.
19. Mannerkorpi, K. (2009). Physical activity and body functions in patients with fibromyalgia syndrome. *J Musculoskeletal Pain*, 17:287- 94.
20. Malmgren-Olsson, E.B., Armelius, B. Å., Armelius, K. (2001). A comparative outcome study of body awareness therapy, feldenkrais, and conventional physiotherapy for patients with nonspecific musculoskeletal disorders. *An International Journal of Physical Therapy*, 17 (2).
21. Olsen, A. L., Skjaerven, L. H., Olsen, A.L., Skjaerven, L.H. (2016). Patients suffering from rheumatic disease describing own experiences from participating in Basic Body Awareness Group Therapy: A qualitative pilot study. *Physiother Theory Pract*, 32:98-106.
22. Queiroz, L.P. (2013). Worldwide epidemiology of fibromyalgia. *Curr Pain Headache Rep*, 17(356).
23. Raub, A. (2002). Psychophysiological effects of Hatha Yoga on musculoskeletal and cardiopulmonary function: a literature review. *J Altern Complement Med*, 8(6):797-812. doi: 10.1089/10755530260511810
24. Skjaerven, L. H., Mattsson, M., Catalan-Matamoros, D., Parker, A., Gard, G., Gyllensten, A. L. (2019). Consensus on core phenomena and statements describing basic body awareness therapy within the movement awareness domain in physiotherapy. *Physiother Theory Pract*, 35:80-93.
25. Thomas, E. N., Blotman, F. (2010). Aerobic exercise in fibromyalgia: a practical review. *Rheumatol Int*, 30:1143-50.
26. Wang C, Schmid CH, Rones R, et al. (2010). A randomized trial of tai chi for fibromyalgia. *N Engl J Med*, 363, 743-54.
27. Wolfe, F., Smythe, H. A., Yunus, M. B., Bennett, R. M., Bombardier, C., Gold-Enberg, D. L., et al. (1990). The American College of Rheumatology 1990. Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum*, 33:160-72.
28. Zautra, A. J., Fasman, R., Davis, M. C., & Craig, A. D. (2010). The effects of slow breathing on affective responses to pain stimuli: An experimental study. *Pain*, 149, 12-18.

Artículo 3

1. Agha NH, Mehta SK, Rooney B V., et al. Exercise as a countermeasure for latent viral reactivation during long duration space flight. *FASEB J*. 2020; 34(2): 2869-2881. doi:10.1096/fj.201902327R
2. Basso JC, Suzuki WA. The Effects of Acute Exercise on Mood, Cognition, Neurophysiology, and Neurochemical Pathways: A Review. *Brain Plast*. 2017 Mar 28;2(2):127-152. doi: 10.3233/BPL-160040.
3. Brown M, McClean CM, Davison GW, Brown JCW, Murphy MH. The acute effects of walking exercise intensity on systemic cytokines and oxidative stress. *Eur J Appl Physiol*. 2018 Oct;118(10):2111-2120. doi: 10.1007/s00421-018-3930-z. Epub 2018 Jul 14. PMID: 30008038.
4. Campbell JP, Turner JE. There is limited existing evidence to support the common assumption that strenuous endurance exercise bouts impair immune competency. *Expert Rev Clin Immunol*. 2019 Feb;15(2):105-109. doi: 10.1080/1744666X.2019.1548933. Epub 2018 Dec 3. PMID: 30430884.
5. Chen X, Zhao B, Qu Y, et al. Detectable serum SARS-CoV-2 viral load (RNAemia) is closely correlated with drastically elevated interleukin 6 (IL-6) level in critically ill COVID-19 patients. *Clin Infect Dis*. abril 2020. doi:10.1093/cid/ciaa449.
6. Davis J, Murphy M, Trinick T, Duly E, Nevill A, Davison G. Acute effects of walking on inflammatory and cardiovascular risk in sedentary post-menopausal women. *J Sports Sci*. 2008 Feb 1;26(3):303-9. doi: 10.1080/02640410701552906. PMID: 17943596.





7. Ekelund U, Brown WJ, Steene-Johannessen J, Fagerland MW, Owen N, Powell KE, Bauman AE, Lee IM. Do the associations of sedentary behaviour with cardiovascular disease mortality and cancer mortality differ by physical activity level? A systematic review and harmonised meta-analysis of data from 850 060 participants. *Br J Sports Med.* 2019 Jul; 53(14):886-894. doi:10.1136/bjsports-2017-098963. Epub 2018 Jul 10. PMID: 29991570.

8. Erickson KI, Hillman C, Stillman CM, Ballard RM, Bloodgood B, Conroy DE, Macko R, Marquez DX, Petruzzello SJ, Powell KE; FOR 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE*. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Jun; 51(6):12421251. doi: 10.1249/MSS.0000000000001936. PMID: 31095081.

9. Goldhammer E, Tanchilevitch A, Maor I, Beniamini Y, Rosenschein U, Sagiv M. Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. *Int J Cardiol.* 2005; 100(1):93-99. doi:10.1016 /j.ijcard.2004.08.073.

10. Grande AJ, Keogh J, Hoffmann TC, Beller EM, Del Mar CB. Exercise versus no exercise for the occurrence, severity and duration of acute respiratory infections. *Cochrane Database Syst Rev.* junio 2015. doi:10.1002/14651858.CD010596.pub2.

11. Grande AJ, Keogh J, Silva V, Scott AM. Exercise versus no exercise for the occurrence, severity, and duration of acute respiratory infections. *Cochrane Database Syst Rev.* abril 2020. doi: 10.1002/14651858.CD010596.pub3.

12. Gubernatorova EO, Gorshkova EA, Polinova AI, Druetskaya MS. IL-6: Relevance for immunopathology of SARS-CoV-2. *Cytokine Growth Factor Rev.* mayo 2020. doi:10.1016/j.cytogfr.2020.

13. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet.* 2012; 380(9838):247-257. doi:10.1016/S0140-6736 (12)60646-1.

14. Hojman P, Gehl J, Christensen JF, Pedersen BK. Physical Activity, Cognition, and Brain Outcomes: A Review of the 2018 Physical Activity Guidelines. *Molecular Mechanisms Linking Exercise to Cancer Prevention and Treatment. Cell Metab.* 2018 Jan 9;27(1):10-21. doi:10.1016/j.cmet.2017.09.015. Epub 2017 Oct 19. PMID: 29056514.

15. Hojman P. Exercise protects from cancer through regulation of immune function and inflammation. *Biochem Soc Trans.* 2017 Aug 15;45(4):905-11. doi: 10.1042/BST20160466. Epub 2017 Jul 3. PMID: 28673937.

16. Jukic I, Calleja-González J, Cos F, Cuzzolin F, Olmo J, Terrados N, Njaradi N, Sassi R, Requena B, Milanovic L, Krakan I, Chatzichristos K, Alcaraz PE. Strategies and Solutions for Team Sports Athletes in Isolation due to COVID-19. *Sports (Basel).* 2020 Apr 24;8(4): 56. doi: 10.3390/sports8040056.

17. Kelley GA, Kelley KS. Effects of aerobic exercise on C-reactive protein, body composition, and maximum oxygen consumption in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Metabolism.* 2006;55(11): 1500-1507. doi: 10.1016/j.metabol.2006.06.021.

18. Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Campbell WW, Jakicic JM, Troiano RP, Sprow K, Torres A, Piercy KL; Physical Activity, All-Cause and Cardiovascular Mortality, and Cardiovascular Disease. 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE*. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Jun; 51(6):1270-1281. doi: 10.1249/MSS.0000000000001939. PMID: 31095084.

19. Lakka TA, Lakka H-M, Rankinen T, et al. Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in healthy adults: the HERITAGE Family Study. *Eur Heart J.* 2005;26(19): 2018-2025. doi: 10.1093/eurheartj/ ehi394.



20. Lippi G, Henry BM, Bovo C, Sanchis-Gomar F. Health risks and potential remedies during prolonged lockdowns for coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Diagnosis*. 2020; 7(2):85–90. doi:10.1515/dx-2020-0041.
21. Lowder T, Padgett DA, Woods JA. Moderate exercise protects mice from death due to influenza virus. *Brain Behav Immun*. 2005; 19(5):377–380. doi:10.1016/j.bbi.2005.04.002
22. Loy BD, O'Connor PJ, Dishman RK. Effect of Acute Exercise on Fatigue in People with ME/CFS/SEID. *Med Sci Sport Exerc*. 2016;48(10):2003–2012. doi:10.1249/MSS.0000000000000990.
23. Mach N, Fuster-Botella D. Endurance exercise and gut microbiota: A review. *J Sport Health Sci*. 2017 Jun; 6(2): 179-197. doi: 10.1016/j.jshs.2016.05.001. Epub 2016 May 10.
24. Mackinnon LT, Chick TW, van As A, Tomasi TB. The Effect of Exercise on Secretory and Natural Immunity. *En*; 1987:869–876. doi:10.1007/978-1-4684-5344-7_102
25. Matthews CE, Ockene IS, Freedson PS, Rosal MC, Merriam PA, Hebert JR. Moderate to vigorous physical activity and risk of upper-respiratory tract infection. *MedSciSportExerc*. 2002;34(8):1242–1248. doi:10.1097/00005768-200208000-00003
26. McTiernan A, Friedenreich CM, Katzmarzyk PT, Powell KE, Macko R, Buchner D, Pescatello LS, Bloodgood B, Tennant B, Vaux-Bjerke A, George SM, Troiano RP, Piercy KL; Physical Activity in Cancer Prevention and Survival: A Systematic Review. 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE*. *Med Sci Sports Exerc*. 2019 Jun;51(6): 1252-1261. doi: 10.1249/MSS.0000000000001937. PMID:31095082
27. Meneses-Echávez JF, Correa-Bautista JE, González-Jiménez E, Schmidt Río-Valle J, Elkins MR, Lobelo F, Ramírez-Vélez R. The Effect of Exercise Training on Mediators of Inflammation in Breast Cancer Survivors: A Systematic Review with Meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2016 Jul;25(7):1009–17. doi: 10.1158 / 1055-9965. EPI-15-1061. Epub 2016 Apr 12. PMID: 27197276
28. Monda V, Villano I, Messina A, Valenzano A, Esposito T, Moscatelli F, Viggiano A, Cibelli G, Chieffi S, Monda M, Messina G. Exercise Modifies the Gut Microbiota with Positive Health Effects. *Oxid Med Cell Longev*. 2017;2017:3831972. doi: 10.1155/2017/3831972. Epub 2017 Mar 5.
29. Nieman DC, Dumke CL, Henson DA, McAnulty SR, Gross SJ, Lind RH. Muscle damage is linked to cytokine changes following a 160-km race. *Brain Behav Immun*. 2005; 19(5):398–403. doi:10.1016/j.bbi.2005.03.008
30. Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *J Sport Health Sci*. 2019 May;8(3):201-217. doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009. Epub 2018 Nov 16.
31. Nieman DC. Clinical implications of exercise immunology. *J Sport Health Sci*. 2012;1(1):12–17. doi:10.1016/j.jshs.2012.04.004.
32. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*. 2015 Dec; 25 Suppl 3:1-72. doi: 10.1111/sms.12581.
33. Quinn ME, Grant KE, Adam EK. Negative cognitive style and cortisol recovery accentuate the relationship between life stress and depressive symptoms. *Stress*. 2018 Mar;21(2):119-127. doi: 10.1080/10253890.2017.1414800. Epub 2017 Dec 19.
34. Rocco M, Bravo-Soto G, Ortigoza A. Is the exercise effective for the prevention of upper respiratory tract infections? *Medwave*. 2018; 18(04): e7225–e7225. doi: 10.5867/medwave.2018.04.7225
35. Schwendinger F, Pocco E. Counteracting Physical Inactivity during the COVID-19 Pandemic: Evidence-Based Recommendations for Home-Based Exercise. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(11):3909. doi:10.3390/ijerph17113909.



36. Simpson R. Exercise, Immunity and the COVID-19 Pandemic. Blog detail of American College of Sports Medicine. <https://www.acsm.org/blog-detail/acsm-blog/2020/03/30/exerciseimmunity-covid-19-pandemic>. Published 2020.

37. Terrados N, Iglesias-Gutiérrez E. "New cardiovascular risk factors and physical activity" en "Cardiovascular Risk Factors / Book 1". Editor: Gasparyan AY. Editorial: Intech. Páginas: 433-448. 2012.

38. Toresdahl BG, Asif IM. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Considerations for the Competitive Athlete. *Sport Heal A Multidiscip Approach*. 2020;12(3):221–224. doi:10.1177/1941738120918876.

39. Wang K, Chen W, Zhou Y-S, et al. SARS-CoV-2 invades host cells via a novel route: CD147-spike protein. *bioRxiv*. enero 2020: 2020.03.14.988345. doi: 10.101/2020.03.14.988345.

40. Yeoh YK, Zuo T, Lui GC, et al. Gut microbiota composition reflects disease severity and dysfunctional immune responses in patients with COVID-19. *Gut*. Published Online First: 11 January 2021. doi: 10.1136/gutjnl-2020-323020.



Artículo 4

1. Harden A, Zilva SS. The Antiscorbutic Factor in Lemon Juice. *Biochem J*. 1918; 12(3):259–69.

2. Szent-Gyorgyi A. Observations on the function of peroxidase systems and the chemistry of the adrenal cortex: Description of a new carbohydrate derivative. *Biochem J*. 1928;22(6):1387–409.

3. Svirbely JL, Szent-Gyorgyi A. The chemical nature of vitamin C. *Biochem J*. 1932; 26(3):865–70.

4. Gerster H. The role of vitamin C in athletic performance. *J Am Coll Nutr*. 1989 Dec; 8(6):636–43.

5. Carpenter K. *The History of Scurvy and Vitamin C*, Kenneth J. Carpenter. 1986. Cambridge University Press, New York. 336 pages. ISBN: 0-521-34773-4. \$34.50. *Bull Sci Technol Soc [Internet]*. 1990 Apr 1;10(2):122–3. Available from: <https://doi.org/10.1177/027046769001000241>.

6. Suboticanc-Buzina K, Buzina R, Brubacher G, Sapunar J, Christeller S. Vitamin C status and physical working capacity in adolescents. *Int J Vitam Nutr Res*. 1984;54(1):55–60.

7. Barbany JR, Javierre C. Suplementación en vitamina C y rendimiento deportivo. *Arch Med del Deport*. 2006; 23(112): 127–41.

8. Nishikimi M, Fukuyama R, Mino-shima S, Shimizu N, Yagi K. Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L-gulonogamma-lactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in man. *J Biol Chem*. 1994 May;269(18):13685–8.

9. Davies MB, Partridge DA, Austin JA. Vitamin C [Internet]. *The Royal Society of Chemistry*; 1991. 1–4 p. (RSC Paperbacks). Available from: <http://dx.doi.org/10.1039/9781847552303>

10. Levine M, Rumsey SC, Daruwala R, Park JB, Wang Y. Criteria and recommendations for vitamin C intake. *JAMA*. 1999 Apr;281(15):1415–23.

11. Kallner A, Hartmann D, Hornig D. On the absorption of ascorbic acid in man. *Int J Vitam Nutr Res*. 1977;47(4):383–8.

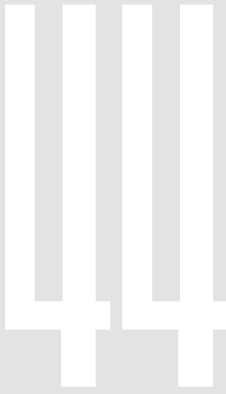
12. Wilson JX. Regulation of vitamin C transport. *Annu Rev Nutr*. 2005; 25: 105–25.

13. Welch RW, Wang Y, Crossman AJ, Park JB, Kirk KL, Levine M. Accumulation of vitamin C (ascorbate) and its oxidized metabolite dehydroascorbic acid occurs by separate mechanisms. *J Biol Chem*. 1995 May;270(21):12584–92.

14. Levine M, Conry-Cantilena C, Wang Y, Welch RW, Washko PW, Dhariwal KR, et al. Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: evidence for a recommended dietary allowance. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1996 Apr;93(8):3704–9.

15. Kubler W, Gehler J. [Kinetics of intestinal absorption of ascorbic acid. Calculation of non-dosage-dependent absorption processes]. *Int Z Vitaminforsch*. 1970;40(4):442–53.





16. **Gropper SAS.** *Advanced nutrition and human metabolism.* Sixth edit. Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning.; 2013. 586 p.

17. **Fenech M, Amaya I, Valpuesta V, Botella MA.** *Vitamin C Content in Fruits: Biosynthesis and Regulation.* *Front Plant Sci.* 2018;9:2006.

18. **Sauberlich H.** *A history of scurvy and vitamin C.* In: Marcel Decker I, editor. *Vitamin C in health and disease.* New York; 1997. p. 1–24.

19. **Birmingham B, Shultz JA, Edlefsen M.** *Evaluation of a Five-A-Day recipe booklet for enhancing the use of fruits * and vegetables in low-income households.* *J Community Health.* 2004 Feb;29(1): 45–62.

20. **Basu, T.K. and Schorah CJ.** *Vitamin C in Health and Disease.* AVI Pub. Co., editor. Westport; 1982.

21. **Schectman G, Byrd JC, Gruchow HW.** *The influence of smoking on vitamin C status in adults.* *Am J Public Health.* 1989 Feb;79(2):158–62.

22. **Schectman G.** *Estimating ascorbic acid requirements for cigarette smokers.* *Ann NY Acad Sci.* 1993 May;686:335–6.

23. **Askew EW.** *Environmental and physical stress and nutrient requirements.* *Am J Clin Nutr.* 1995 Mar;61(3 Suppl):631S–637S.

24. **Johnson MB, Thiese SM.** *A review of overtraining syndrome-recognizing the signs and symptoms.* *J Athl Train [Internet].* 1992;27(4):352–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16558192>

25. **Nikolaidis MG, Kerksick CM, Lamprecht M, McAnulty SR.** *Does Vitamin C and E Supplementation Impair the Favorable Adaptations of Regular Exercise?* Dal-Pizzol F, editor. *Oxid Med Cell Longev [Internet].* 2012;2012:707941. Available from: <https://doi.org/10.1155/2012/707941>

26. **Taylor A, Jacques PF, Nadler D, Morrow F, Sulsky SI, Shepard D.** *Relationship in humans between ascorbic acid consumption and levels of total and reduced ascorbic acid in lens, aqueous humor, and plasma.* *Curr Eye Res.* 1991 Aug;10(8):751–9.



27. **Taghiyar M, Darvishi L, Askari G, Feizi A, Hariri M, Mashhadi NS, et al.** *The effect of vitamin C and e supplementation on muscle damage and oxidative stress in female athletes: a clinical trial.* *Int J Prev Med [Internet].* 2013 Apr;4 (Suppl 1): S16–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23717764>.

28. **Johnston CS.** *Biomarkers for establishing a tolerable upper intake level for vitamin C.* *Nutr Rev.* 1999 Mar;57(3): 71–7.

29. **Hemila H.** *Vitamin C may alleviate exercise-induced bronchoconstriction: a meta-analysis.* *BMJ Open.* 2013 Jun;3(6).

30. **Bendich A, Langseth L.** *The health effects of vitamin C supplementation: a review.* *J Am Coll Nutr.* 1995 Apr;14 (2):124–36.

31. **Peterkofsky B.** *Ascorbate requirement for hydroxylation and secretion of procollagen: relationship to inhibition of collagen synthesis in scurvy.* *Am J Clin Nutr.* 1991 Dec; 54 (6 Suppl):1135S–1140S.

32. **Omeroglu S, Peker T, Turkozkan N, Omeroglu H.** *High-dose vitamin C supplementation accelerates the Achilles tendon healing in healthy rats.* *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009 Feb;129(2):281–6.

33. **Yilmaz C, Erdemli E, Selek H, Kinik H, Arikani M, Erdemli B.** *The contribution of vitamin C to healing of experimental fractures.* *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001 Jul;121(7):426–8.

34. **Sandukji A, Al-Sawaf H, Mohamadin A, Alrashidi Y, Sheweita SA.** *Oxidative stress and bone markers in plasma of patients with long-bone fixative surgery: role of antioxidants.* *Hum Exp Toxicol.* 2011 Jun;30(6):435–42.

35. **Ganta DR, McCarthy MB, Gronowicz GA.** *Ascorbic acid alters collagen integrins in bone culture.* *Endocrinology.* 1997 Sep; 138(9): 3606–12.

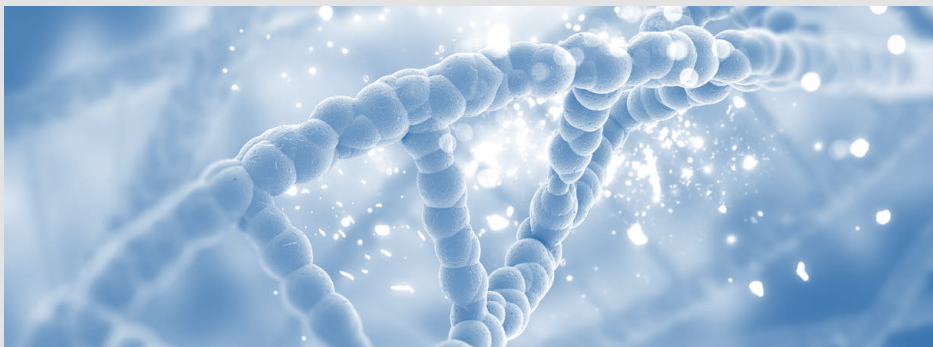
36. **Sarisozen B, Durak K, Dincer G, Bilgen OF.** *The effects of vitamins E and C on fracture healing in rats.* *J Int Med Res.* 2002;30(3):309–13.

37. **Vaz FM, Wanders RJA.** *Carnitine biosynthesis in mammals.* *Biochem J.* 2002 Feb;361(Pt 3):417–29.

38. **Padayatty SJ, Katz A, Wang Y, Eck P, Kwon O, Lee J-H, et al.** *Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention.* *J Am Coll Nutr.* 2003 Feb;22(1):18–35.



39. Davies KJ, Quintanilha AT, Brooks GA, Packer L. Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochem Biophys Res Commun*. 1982 Aug;107 (4): 1198–205.
40. Clarkson PM, Thompson HS. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? *Am J Clin Nutr*. 2000 Aug;72(2 Suppl):637S–46S.
41. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev [Internet]*. 2008 Oct;88(4): 1243–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18923182>
42. Tauler P, Aguilo A, Gimeno I, Fuentespina E, Tur JA, Pons A. Influence of vitamin C diet supplementation on endogenous antioxidant defences during exhaustive exercise. *Pflugers Arch*. 2003 Sep; 446(6): 658–64.
43. Hemila H. The effect of vitamin C on bronchoconstriction and respiratory symptoms caused by exercise: a review and statistical analysis. *Allergy Asthma Clin Immunol*. 2014;10(1):58.
44. Mastorakos G, Pavlatou M, Diamanti-Kandarakis E, Chrousos GP. Exercise and the stress system. *Hormones (Athens)*. 2005; 4(2): 73–89.
45. Smith SM, Vale WW. The role of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in neuroendocrine responses to stress. *Dialogues Clin Neurosci [Internet]*. 2006; 8(4): 383–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17290797>
46. Castro M, Elias LL, Elias PCL, Moreira AC. Physiology and Pathophysiology of the HPA Axis. *Cushing's Syndr*. 2010;1–20.
47. May JM, Qu Z, Meredith ME. Mechanisms of ascorbic acid stimulation of norepinephrine synthesis in neuronal cells. *Biochem Biophys Res Commun [Internet]*. 2012/08/19. 2012 Sep 14; 426(1):148–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22925890>.
48. Diliberto EJJ, Daniels AJ, Viveros OH. Multicompartmental secretion of ascorbate and its dual role in dopamine beta-hydroxylation. *Am J Clin Nutr*. 1991 Dec; 54(6 Suppl): 1163S–1172S.
49. Glaser R, Kiecolt-Glaser JK. Stress-induced immune dysfunction: implications for health. Vol. 5. *Nature reviews. Immunology*. England; 2005. p. 243–51.
50. Baldwin ASJ. The NF-kappa B and I kappa B proteins: new discoveries and insights. *Annu Rev Immunol*. 1996; 14:649–83.
51. Sen R, Baltimore D. Multiple nuclear factors interact with the immunoglobulin enhancer sequences. *Cell [Internet]*. 1986 Aug 29 [cited 2020 Apr 20]; 46(5): 705–16. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0092867486903466>
52. de Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *J Sci Med Sport*. 1999 Oct;2(3):266–77.
53. Bierhaus A, Wolf J, Andrassy M, Rohleder N, Humpert PM, Petrov D, et al. A mechanism converting psychosocial stress into mononuclear cell activation. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2003 Feb; 100(4): 1920–5.
54. Pace TWW, Mletzko TC, Alagbe O, Musselman DL, Nemeroff CB, Miller AH, et al. Increased stress-induced inflammatory responses in male patients with major depression and increased early life stress. *Am J Psychiatry*. 2006 Sep;163(9):1630–3.
55. Wang F, Cai H, Zhao Q, Xing T, Li J, Wang N. Epinephrine evokes renin secretion via alpha-adrenoceptor/NF-kappa B pathways in renal proximal tubular epithelial cells. *Kidney Blood Press Res*. 2014;39(4): 252–9.
56. Pavlov VA, Tracey KJ. The cholinergic anti-inflammatory pathway. *Brain Behav Immun*. 2005 Nov;19(6):493–9.
57. Kraemer WJ, Fleck SJ, Callister R, Shealy M, Dudley GA, Maresh CM, et al. Training responses of plasma beta-endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol. *Med Sci Sports Exerc*. 1989 Apr; 21(2):146–53.
58. Hyypya MT, Aunola S, Kuusela V. Psychoendocrine responses to bicycle exercise in healthy men in good physical condition. *Int J Sports Med*. 1986 Apr; 7(2): 89–93.
59. Fernandez-Garcia B, Lucia A, Hoyos J, Chicharro JL, Rodriguez-Alonso M, Bandres F, et al. The response of sexual and stress hormones of male pro-cyclists during continuous intense competition. *Int J Sports Med*. 2002 Nov;23(8):555–60.
60. Simpson RJ, Kunz H, Agha N, Graff R. Exercise and the Regulation of Immune Functions. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015;135:355–80.
61. Keast D, Cameron K, Morton AR. Exercise and the immune response. *Sports Med*. 1988 Apr;5(4):248–67.
62. Shinkai S, Watanabe S, Asai H, Shek PN. Cortisol response to exercise and post-exercise suppression of blood lymphocyte subset counts. *Int J Sports Med*. 1996 Nov;17(8):597–603.
63. Suzuki K, Totsuka M, Nakaji S, Yamada M, Kudoh S, Liu Q, et al. Endurance exercise causes interaction among stress hormones, cytokines, neutrophil dynamics, and muscle damage. *J Appl Physiol*. 1999 Oct;87(4):1360–7.
64. Wang GL, Semenza GL. Purification and characterization of hypoxia-inducible factor 1. *J Biol Chem*. 1995 Jan;270(3): 1230–7.
65. Zhang Q, Yan Q, Yang H, Wei W. Oxygen sensing and adaptability won the 2019 Nobel Prize in Physiology or medicine. *Genes Dis [Internet]*. 2019 Oct 19; 6(4):328–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31832511>



66. Formenti F, Constantin-Teodosiu D, Emmanuel Y, Cheeseman J, Dorrington KL, Edwards LM, et al. Regulation of human metabolism by hypoxia-inducible factor. *Proc Natl Acad Sci USA* [Internet]. 2010/06/28. 2010 Jul 13; 107(28): 12722–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20616028>
67. Semenza GL. Life with oxygen. *Science*. 2007 Oct;318(5847):62–4.
68. Poellinger L, Johnson RS. HIF-1 and hypoxic response: the plot thickens. *Curr Opin Genet Dev*. 2004 Feb;14(1):81–5.
69. Wagner Grau P. El factor HIF-1 inducido por la hipoxia y la sensibilidad al oxígeno: Rol del hierro intracelular. Vol. 28, *Acta Médica Peruana*. scielo; 2011. p. 163–8.
70. Schofield CJ, Ratcliffe PJ. Oxygen sensing by HIF hydroxylases. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2004 May;5(5):343–54.
71. Boulahbel H, Durán R V, Gottlieb E. Prolyl hydroxylases as regulators of cell metabolism. *Biochem Soc Trans*. 2009 Feb;37(Pt 1):291–4.
72. Goda N, Kanai M. Hypoxia-inducible factors and their roles in energy metabolism. *Int J Hematol*. 2012 May;95(5):457–63.
73. Traber MG, Stevens JF. Vitamins C and E: Beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free Radic Biol Med* [Internet]. 2011; 51(5): 1000–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2011.05.017>.
74. Jaakkola P, Mole DR, Tian YM, Wilson MI, Gielbert J, Gaskell SJ, et al. Targeting of HIF- α to the von Hippel-Lindau ubiquitylation complex by O₂-regulated prolyl hydroxylation. *Science* (80-). 2001;292(5516):468–72.
75. Vissers MCM, Gunningham SP, Morrison MJ, Dachs GU, Currie MJ. Modulation of hypoxia-inducible factor-1 alpha in cultured primary cells by intracellular ascorbate. *Free Radic Biol Med*. 2007 Mar;42(6):765–72.
76. Flashman E, Davies SL, Yeoh KK, Schofield CJ. Investigating the dependence of the hypoxia-inducible factor hydroxylases (factor inhibiting HIF and prolyl hydroxylase domain 2) on ascorbate and other reducing agents. *Biochem J*. 2010 Mar;427(1):135–42.
77. Miles SL, Fischer AP, Joshi SJ, Niles RM. Ascorbic acid and ascorbate-2-phosphate decrease HIF activity and malignant properties of human melanoma cells. *BMC Cancer* [Internet]. 2015 Nov 7;15:867. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26547841>
78. Kupari M, Rapola J. Reversible pulmonary hypertension associated with vitamin C deficiency. *Chest*. 2012 Jul; 142(1):225–7.
79. Li SH, Ryu JH, Park SE, Cho YS, Park JW, Lee WJ, et al. Vitamin C supplementation prevents testosterone-induced hyperplasia of rat prostate by down-regulating HIF-1 α . *J Nutr Biochem* [Internet]. 2010; 21(9): 801–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnutbio.2009.06.004>.
80. Knowles HJ, Raval RR, Harris AL, Ratcliffe PJ. Effect of ascorbate on the activity of hypoxia-inducible factor in cancer cells. *Cancer Res*. 2003 Apr; 63(8):1764–8.
81. Pattinson KTS, Sutherland AI, Smith TG, Dorrington KL, Wright AD. Acute mountain sickness, vitamin C, free radicals, and HIF-1 α . Vol. 16, *Wilderness & environmental medicine*. United States; 2005. p. 172–3.

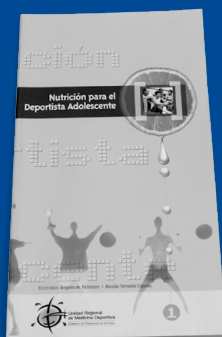


► Monografías

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



48

▶ Revistas



Nº1 _____

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

Nº2 _____

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

Nº3 _____

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

Nº4 _____

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

Nº5 _____

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

Nº6 _____

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

Nº7 _____

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

Nº8 _____

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



Nº9

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

Nº10

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

Nº11

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

Nº12

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

Nº13

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

Nº14

- ▶ ASMA INDUCIDA POR EL EJERCICIO. CUIDADOS DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA
Pedro Luis del Mazo Tomé / Belén Fernández Alonso
- ▶ EFECTOS DEL CALOR AMBIENTAL EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD
Juan Andrés Jiménez Luna / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ LOS MONITORES DEPORTIVOS DE LA FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL DE AVILÉS ANTE LA PARADA 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 APORTE ENERGÉTICO DURANTE EL EJERCICIO
Alberto Mouriño Cabaleiro / Nicolás Terrados Cepeda



50

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 Camblor 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



CON EL DEPORTE,
de toda
la vida



FDM
avilés



DEPORTE ASTURIANO

GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

www.asturias.es/deporteasturiano