



LA IMPORTANCIA DE LA VITAMINA D EN LOS ATLETAS

Enette Larson-Meyer, PhD, RD, CSSD, FACSM | Profesor Asociado y Director del Laboratorio de Nutrición y Ejercicio
| Departamento de Ciencias de la Familia y el Consumo | Universidad de Wyoming | Estados Unidos de América

PUNTOS CLAVE

- La vitamina D juega un papel importante en la salud, entrenamiento y rendimiento del atleta.
- Los niveles de vitamina D deberían considerarse como parte de la evaluación nutricional rutinaria. La concentración de 25(OH)D en sangre es el mejor indicador del nivel de vitamina D. Su concentración debe mantenerse en >75 nmol/L, pero preferentemente >100 nmol/L.
- Un nivel deficiente de vitamina D está relacionado a un aumento en el riesgo de enfermedad aguda, lesiones inflamatorias, fractura por estrés, debilidad/dolor muscular y rendimiento muscular deficiente. Los atletas con antecedentes de estos problemas pueden beneficiarse con una evaluación del nivel de vitamina D.
- No es probable que sólo el consumo regular de alimentos que contienen vitamina D sea suficiente para mantener sus niveles. Se requiere la exposición sensible al sol (5 a 30 min de exposición en brazos, piernas y espalda cerca del medio día varias veces por semana), una suplementación regular de vitamina D (1,500-2,000 UI/día), o una combinación del consumo dietético, exposición al sol y suplementación, para lograr un nivel adecuado.
- En los meses de invierno, la suplementación con vitamina D es necesaria en atletas que viven a >35° al norte o al sur.

INTRODUCCIÓN

Es ampliamente conocido que un nivel adecuado de vitamina D es necesario para la salud ósea y esquelética. Sin embargo, investigaciones recientes también señalan su importancia para las funciones no esqueléticas, incluyendo el crecimiento músculo-esquelético, la función inmune, la modulación inflamatoria y el rendimiento atlético (Larson-Meyer y Willis, 2010). Además, la investigación ha encontrado que la deficiencia de vitamina D aumenta el riesgo de numerosas enfermedades inflamatorias y crónicas, incluyendo hipertensión, enfermedad cardiometabólica, artritis y ciertos tipos de cáncer (Holick, 2007), las cuales pueden ocurrir incluso en los atletas. Este Sports Science Exchange analiza la vitamina D en la salud y rendimiento de los atletas y proporciona recomendaciones para la evaluación y tratamiento de su insuficiencia.

SÍNTESIS, FUENTES E INDICADORES DEL NIVEL DE VITAMINA D

Metabolismo y síntesis de vitamina D

A pesar de que la vitamina D es considerada una "vitamina", es decir, un compuesto orgánico en los alimentos necesario en cantidades pequeñas para el crecimiento y buena salud, el requerimiento humano puede alcanzarse completamente a través de su síntesis en la piel por la exposición a la luz solar (Holick, 2007). La radiación ultravioleta-B (UVB) en la luz solar, convierte su precursor 7-dehidrocolesterol, presente en la piel, a D_3 (colecalfiferol). La vitamina D sintetizada (así como la vitamina D obtenida de la dieta) es escoltada al hígado por su portador, la proteína ligada a la vitamina D (VDBP por sus siglas en inglés). En el hígado, la vitamina D se convierte rápidamente a 25(OH)D, su forma de almacenamiento principal. Posteriormente, la activación en los túbulos renales a $1,25(OH)_2D$, la forma activa hormonalmente, es impulsada por la hormona paratiroidea (PTH) cuando las concentraciones sanguíneas de calcio y/o fósforo caen por debajo del rango normal.

Fuentes de vitamina D

La vitamina D se encuentra en la dieta a partir de pocos alimentos naturales y fortificados (Tabla 1). La vitamina D de la dieta incluye tanto D_3 (colecalfiferol), encontrado naturalmente en alimentos de origen animal específicos, como vitamina D_2 (ergocalciferol), derivados de ergosteroles de hongos y levaduras expuestos a los UVB. Ambas formas se absorben adecuadamente (50% de biodisponibilidad) en conjunto con las grasas de la dieta. Por lo tanto, la absorción de la vitamina D mejora con las comidas altas en grasas (Raimundo et al., 2011) y puede estar limitada por una dieta extremadamente baja en grasa o por síndromes de mala absorción y sus condiciones (Ross, et al., 2010).

Indicadores de los niveles de vitamina D

La concentración sérica de 25(OH)D (el cual se referirá a continuación como vitamina D en sangre) es el mejor indicador de la condición de la vitamina D. La concentración circulante de la forma activa hormonalmente, $1,25(OH)_2D$, es dependiente de otros factores adicionales a sus niveles, incluyendo la PTH y las concentraciones sanguíneas de calcio y fósforo. Los puntos de corte definitivos para los niveles de vitamina D todavía no están establecidos científicamente (como lo están otros límites tales como el calcio sérico), sino que se basan en marcadores clínicos y de riesgo de enfermedades. La Tabla 1 resume los límites en sangre definidos por la mayoría de los investigadores de vitamina D como "deficiente", "insuficiente", "suficiente", "óptimo" y "tóxico" (Cannell et al., 2008; Holick, 2007; Hollis, 2005; Hossein-nezhad y Holick, 2013). El punto de corte para la deficiencia es la concentración aproximada a la cual la PTH aumenta abruptamente, mientras que el punto de corte para la insuficiencia es la concentración en la que la meseta de la PTH y la absorción de calcio están en su máximo. Finalmente, el punto de corte para considerarlo óptimo es donde se cree que el genoma humano ha evolucionado. La Ingesta Diaria Recomendada (IDR) para EUA y Canadá es distinta a los valores propuestos por los investigadores y se estableció utilizando 50 nmol/L como nivel "adecuado". Por el contrario, la evidencia

Ingesta Recomendada (adultos >18 a 19 años)	Canadá y EUA: 600 UI Australia y Nueva Zelanda: 200 UI Países Nórdicos: 300 UI Inglaterra: 400 UI OMS: 200 UI
Fuentes Dietéticas (UI/porción)	- Pescados grasos como salmón, caballa, sardina y atún (100-1,000 UI/ 100 g). - Champiñones irradiados (1,600 UI/100 g) - Leche fortificada (100 UI/240 mL) - Algunas marcas/tipos de margarina (8-80 UI/1 cda*) - Yogurt (100 UI/240 mL) - Leche de soja (100 UI/240 mL) - Jugo de frutas (100 UI/240 mL) - Cereal listo para comerse (40-100 UI/1 porción) - Yema de huevo (20-40 UI/1 pieza)
Niveles y rangos de referencia	25(OH)D sérico circulante es el marcador del nivel de vitamina D. - Deficiente: 25(OH)D <50 nmol/L (20 ng/mL) - Insuficiente: 25(OH)D <75-80 nmol/L (30-32 ng/mL) - Suficiente: 25(OH)D >75-80 nmol/L (30-32 ng/mL) - Óptimo: 25(OH)D = 100-250 nmol/L (40-100 ng/mL) - Tóxico: 25(OH)D >375 nmol/L (150 ng/mL) más hipercalcemia.
Signos y síntomas de deficiencia	Concentración paratiroidea elevada; debilidad ósea; dolor óseo; disminución de la densidad ósea; aumento del riesgo de fractura ósea; incomodidad y debilidad muscular; atrofia de fibras musculares tipo II; alta frecuencia de enfermedades infecciosas. Nota: los síntomas pueden parecerse a los de la fibromialgia y síndrome de fatiga crónica.
Signos y síntomas de toxicidad	Calcio sérico elevado, fatiga, estreñimiento, dolor de espalda, olvido, náusea, vómito. Las complicaciones por calcio sérico elevado de manera prolongada incluyen la calcificación en tejidos blandos, hipertensión y anomalías en el ritmo cardíaco.

Tabla 1: Ingesta diaria recomendada de vitamina D, fuentes dietéticas, niveles, y signos y síntomas de deficiencia y toxicidad.

*cda: cucharada sopera.

disponible sugiere que mantener las concentraciones en sangre en el rango óptimo podría ser benéfico para la función músculo-esquelética (Bischoff-Ferrari, et al., 2004b) y el riesgo de enfermedad (Cannell et al., 2008).

CONSUMO Y NIVELES DE VITAMINA D EN LOS ATLETAS

Nivel de vitamina D en los atletas

Niveles deficientes de vitamina D son muy comunes entre la población general a nivel mundial (Holick, 2007; Hossein-nezhad y Holick, 2013). En atletas, la prevalencia de la deficiencia e insuficiencia varía en función de la temporada, lugar de entrenamiento, deporte (Larson-Meyer y Willis, 2010) y color de piel (Hamilton et al., 2010; Pollock et al., 2012; Shindle et al., 2011) (Figura 1). El nivel de la vitamina D generalmente es más bajo en los meses de invierno (Farrokhyar et al., 2015; Halliday et al., 2011). Los atletas que entrenan bajo techo y los que entrenan en latitudes mayores, generalmente presentan niveles más bajos que los que entrenan al aire libre y a menores latitudes (Figura 1). Sin embargo, un nivel deficiente de la vitamina D se presenta incluso en los países soleados cerca del ecuador cuando se evita el sol o se protege la piel (Hamilton et al., 2010).

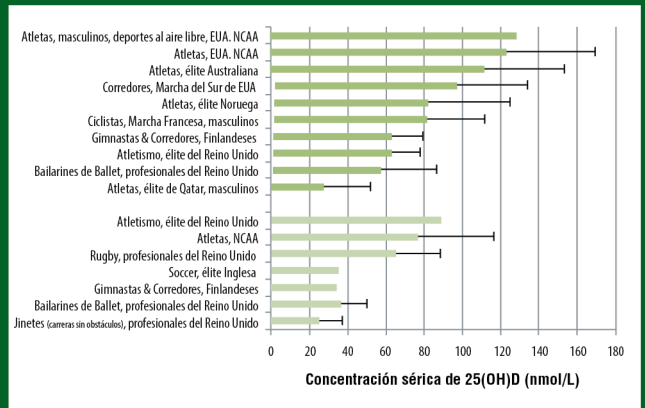


Figura 1: El nivel de vitamina D en atletas de distintos deportes en los meses soleados (gráfico superior, barras oscuras) y de invierno (gráfico inferior, barras más claras). NCAA, National Collegiate Athletic Association. Los datos representan atletas femeninas y masculinos a menos que se indique lo contrario. Las barras de error (si están presentes) representan la desviación estándar reportada. Desarrollado con base en las referencias de Bergen-Cico y Short, et al., 1992; Bescos Garcia y Rodríguez Guisado, 2011; Close et al., 2013; Halliday et al., 2011; Hamilton et al., 2010; Helle y Bjerkan, 2011; Lehtonen-Veromaa et al., 1999; Maimoun et al., 2006; Peeling et al., 2013; Pollock et al., 2012; Storlie et al., 2011; Willis et al., 2012; Wyon et al., 2014.

Consumo de vitamina D en atletas

Una exposición insuficiente al sol (UVB) es la causa más probable de un nivel inadecuado de vitamina D. Sin embargo, el consumo deficiente de vitamina D podría contribuir. Los estudios han encontrado que atletas en la mayoría de los países, no cubren las recomendaciones dietéticas (Figura 2). Un estudio encontró que sólo el 5% de los atletas universitarios cubren la IDR de EUA sólo a través de los alimentos (Halliday et al., 2011).

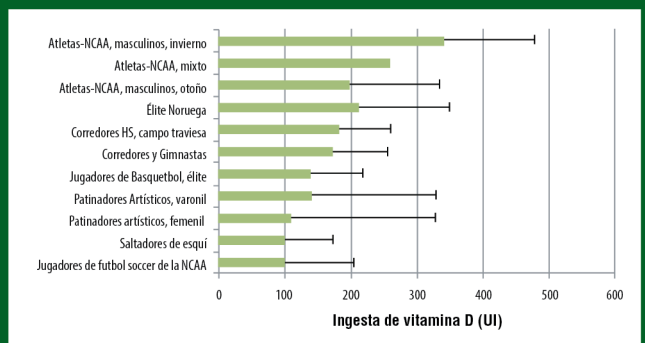


Figura 2: Ingesta de vitamina D en atletas de distintos deportes. NCAA, National Collegiate Athletic Association; HS, high school (preparatoria). Los datos representan atletas femeninas y masculinos a menos que se indique lo contrario. Las barras de error (si están presentes) representan la desviación estándar reportada. Desarrollado con base en las referencias de Bergen-Cico y Short, et al., 1992; Bescos Garcia y Rodríguez Guisado, 2011; Clark et al., 2003; Halliday et al., 2011; Helle y Bjerkan, 2011; Lehtonen-Veromaa et al., 1999; Rankinen et al., 1998; Storlie et al., 2011; Ziegler et al., 2001.

Factores que influyen en sus niveles

Debido a que la luz solar es necesaria para sintetizar la vitamina D, cualquier cosa que limite la cantidad o calidad de la exposición al sol puede comprometer sus niveles (Tabla 2). Además, el tamaño corporal y/o exceso de adiposidad puede comprometerlo (Halliday et al., 2011; Heller et al.,

2014). En los atletas, no se conoce bien si dicha asociación se debe a la incautación de vitamina D por el exceso de adiposidad o por el volumen de dilución en el cuerpo de atletas más grandes y/o con sobrepeso. Por otro lado, todavía no se comprende si la vitamina D almacenada en tejido adiposo es liberada durante el invierno o períodos de menor exposición UVB.

- Envejecimiento (se reduce la síntesis ~75% a los 70 años)
- Pigmentación de la piel (la melanina absorbe fotones UVB y prolonga el tiempo de exposición requerido para la síntesis)
- Grasa corporal (el exceso de grasa en el organismo absorbe y almacena la vitamina D sintetizada)
- Uso regular de protector solar (FPS de 8 o 15 disminuye la capacidad de síntesis en un 92-98%)
- Ropa (telas ajustadas, color claro y protección UVB inhiben que los fotones UVB puedan llegar a la piel)
- Contaminación atmosférica (el ozono y el NO₂ absorben los UVB) y cobertura de las nubes
- Hora del día (el ángulo del zenit solar no es suficiente para la síntesis en las primeras horas de la mañana, antes de las 10 am, o después del mediodía, después de las 3 pm)
- Invierno en latitud >35° N o S (el ángulo zenit solar impide que suficientes fotones UVB puedan alcanzar la superficie terrestre durante los meses de invierno)
- Evitar la exposición al sol
- Genética (individuos con ciertas variantes de la proteína acopladora de vitamina D podrían tener un nivel menor o no responder tan bien a una suplementación oral)

Tabla 2: Factores que inhiben la síntesis de vitamina D.

*UVB: Ultravioleta B; FPS: Factor de protección solar.

Fuentes: Fu et al., 2009; Holick, 2007; Hossein-nezhad y Holick, 2013.

FUNCIONES DE LA VITAMINA D

Como secosteroide, (es decir, esteroides en los que uno de los anillos esteroideos está abierto), la vitamina D actúa como modulador de 2,000 genes involucrados en el crecimiento celular, la función inmunitaria y la síntesis de proteínas (Cannell et al., 2009; Holick et al., 2011; Hossein-nezhad y Holick, 2013). En este paso, la forma activa de la vitamina D (1,25(OH)₂D) forma un complejo con su receptor nuclear de vitamina D y el receptor- α ácido retinoico, haciéndolo capaz de “encender” y “apagar” la expresión de genes específicos (Holick, 2007). Lo que se entiende hoy en día es que una concentración adecuada de vitamina D en sangre es necesaria para optimizar la función genómica (Hossein-nezhad y Holick, 2013). Esta función, como un interruptor de modulador genético, explica cómo la vitamina D puede participar en una gran variedad de funciones fisiológicas incluyendo la salud ósea, la función muscular, la inflamación e inmunidad; las cuales son importantes para la salud, el entrenamiento y el rendimiento.

Salud Ósea

La vitamina D influye sobre la salud ósea activando la expresión de genes que mejoran la absorción intestinal de calcio, la resorción renal de calcio (junto con la PTH elevada) y el recambio óseo (Holick, 2007). Un ejemplo de la influencia de la vitamina D se encuentra en la absorción de calcio, el cual

es >30% biodisponible cuando la concentración de vitamina D en sangre es de al menos 75 nmol/L, pero sólo 10-15% cuando las concentraciones son menores. Gran parte de este efecto se debe a la mejora en la expresión de vitamina D de las proteínas intestinales que promueven la absorción de calcio. Por otra parte, las investigaciones sugieren que la concentración sanguínea de vitamina D está asociada con la densidad mineral ósea (DMO) y/o el contenido mineral óseo en la cadera y las vértebras lumbares de mujeres a través de su ciclo de vida (Bischoff-Ferrari et al., 2004a).

Varios estudios demuestran que es importante tener un nivel suficiente de vitamina D para la salud ósea y la prevención de lesiones óseas en las poblaciones atléticas (Lappe et al., 2008; Ruohola et al., 2006; Valimaki et al., 2004). Por ejemplo, el riesgo de fractura por estrés fue 3.6 veces mayor en reclutas del ejército finlandés que tenían concentraciones sanguíneas de vitamina D menores a 75 nmol/L (Ruohola et al., 2006); y que en una población mixta de mujeres adolescentes atletas y no atletas de EUA, parecían estar protegidas con el consumo de vitamina D en la dieta (> ~600-700 UI/d) (Sonneville et al., 2012). La suplementación diaria con 800 UI de vitamina D (más 2,000 mg de calcio/d) por 8 semanas, redujo la incidencia de fractura por estrés en un 20% en mujeres reclutas de la Marina de EUA (Lappe et al., 2008).

Función músculo-esquelética

El dolor musculoesquelético y la debilidad son síntomas bien establecidos, pero a menudo olvidados, de la deficiencia de vitamina D que se resuelven con la repleción. Las últimas investigaciones sugieren que la vitamina D puede influir en el músculo esquelético activando la expresión de genes que intervienen en el crecimiento del músculo y la diferenciación, especialmente en las fibras de contracción rápida (tipo II) (Barker et al., 2011; Girgis et al., 2013). La vitamina D también podría tener efectos no genómicos que incluyen la modulación sarcoplasmática de la captación de calcio y la señalización celular. Estudios de cultivo en tejidos y en animales han mostrado que la deficiencia de vitamina D induce una atrofia de las fibras musculares de contracción rápida, perjudicando la captación de calcio en el sarcoplasma y prolongando el tiempo pico de tensión contráctil y relajación (Girgis et al., 2013). Estudios con biopsias de pacientes con deficiencia, muestran atrofia en las fibras músculo-esqueléticas de tipo II (Sato et al., 2005).

Niveles bajos de vitamina D, pueden perjudicar directamente la fuerza muscular y el rendimiento en atletas; sin embargo, la evidencia es limitada. La primera evidencia de que la vitamina D favoreció al rendimiento, se obtuvo al inicio del siglo XX cuando se encontró que la exposición a la luz UVB a través de una lámpara central solar, mejoró el rendimiento muscular (probablemente mejorando el nivel de la vitamina D) (Cannell et al., 2009). Estudios recientes en jóvenes (Ward et al., 2009) y adultos no atletas, encontraron que un nivel bajo de vitamina D se asoció negativamente con marcadores de fuerza muscular hasta un límite sanguíneo de 94 nmol/L (38 ng/mL), cuando la fuerza muscular llegó al punto de meseta (Bischoff-Ferrari et al., 2004b). En atletas con deficiencia, la suplementación con vitamina D a una dosis que eleve su concentración en sangre, también parece mejorar ciertos parámetros del rendimiento muscular, incluyendo la fuerza isométrica de cuádriceps, el salto vertical y el rendimiento en sprint de 10 m (que en su mayoría reclutan fibras de tipo II) (Close et al., 2013; Wyon et al., 2014). En atletas y no atletas lesionados, la insuficiencia

de vitamina D también puede retrasar la rehabilitación y recuperación tras una cirugía ortopédica (Barker et al., 2011; Kiebzak et al., 2007). Aunque aún no se ha demostrado en atletas, una suplementación prolongada en pacientes con deficiencia, puede mejorar la fuerza muscular, el número y el tamaño relativo de fibras musculares tipo II (Sato et al., 2005).

Inmunidad e Inflamación

Inmunidad: La vitamina D actúa como un regulador importante de inflamación e inmunidad innata. En el sistema inmunitario innato, la vitamina D tiene la habilidad de activar la expresión génica del amplio espectro de péptidos antimicrobianos (AMP por sus siglas en inglés) (Cannell et al., 2008; Larson-Meyer y Willis, 2010). Los AMPs son secretados por células del sistema inmunitario innato, como monocitos, macrófagos y células epiteliales en el tracto respiratorio (Gombart et al., 2005), y ayudan a defender contra la invasión de bacterias patógenas, hongos y virus. Debido a la función reguladora de la vitamina D en la expresión AMP de las células respiratorias, se ha sugerido que el nivel de la vitamina D (y su típica fluctuación estacional) influye en la susceptibilidad al virus de la influenza y el resfriado común (Cannell et al., 2006). En atletas, es bien sabido que el entrenamiento intenso prolongado tiene un efecto supresor en la función inmunitaria innata y aumenta el riesgo de infección del tracto respiratorio superior. La vitamina D también podría influir en la susceptibilidad a dichas infecciones en los atletas (Larson-Meyer y Willis, 2010). Un estudio realizado en atletas universitarios mostró que los niveles de vitamina D en sangre durante épocas de invierno y primavera se asociaron negativamente con las enfermedades respiratorias superiores durante la temporada (Halliday et al., 2011). El punto de corte se produjo a ~95 nmol/L, donde los atletas que mantenían sus reservas menores a este punto tenían uno o más episodios de enfermedad, mientras que los que tenían mayores reservas tenían uno o menos episodios. Otro estudio realizado en la milicia finlandesa encontró que los soldados que tenían concentraciones de vitamina D en sangre <40 nmol/L faltaban 63% más a sus labores debido a enfermedades respiratorias que los que presentaban un nivel mayor (Laaksi et al., 2007).

Inflamación: La vitamina D también funciona a través del sistema inmunitario para controlar la inflamación, la cual es la acumulación de líquido y células inmunitarias en tejido lesionado. La vitamina D aumenta la producción de ciertas citocinas anti-inflamatorias como el factor de crecimiento transformante y las interleucinas-4, 10 y 13; y reduce la producción de citocinas pro-inflamatorias como la interleucina-6, interferón- γ , interleucina-2 y factor de necrosis tumoral (TNF- α) (Barker et al., 2014; Larson-Meyer y Willis, 2010; Willis et al., 2012).

Actualmente, hay poca evidencia que vincule directamente un nivel deficiente de vitamina D con el aumento en el riesgo o severidad de inflamación o lesión relacionada con el deporte (Farrokhyar et al., 2015), o con el síndrome de sobreentrenamiento, el cual se cree que es impulsado por una respuesta inflamatoria de la interleucina-6. Sin embargo, esta relación fue descrita por primera vez en un reporte de los años 50 donde se observó una reducción significativa del dolor crónico debido a lesiones deportivas, tras un programa de 6 semanas con una terapia de rayos UVB con una lámpara solar (Cannell et al., 2009). Varios estudios recientes respaldan esto (Barker et al., 2014; Shindle et al., 2011; Willis et al., 2012; Wyon et al., 2014). Por ejemplo, en corredores de distancia, el nivel de vitamina D se relacionó negativamente con una concentración sanguínea

del marcador pro-inflamatorio TNF- α que se vio drásticamente elevada cuando la concentración de vitamina D cayó por debajo de ~80 nmol/L (32 ng/mL) (Willis et al., 2012). En jugadores profesionales estadounidenses de fútbol americano, el nivel de vitamina D fue menor en jugadores que quedaron lesionados durante una temporada, que en los que no tuvieron lesiones (50 vs. 63 nmol/L) (Shindle et al., 2011). La suplementación oral con 2,000 UI de vitamina D/día, redujo la incidencia de lesiones en bailarinas profesionales de ballet en Inglaterra después de 4 meses (Wyon et al., 2014).

Requerimientos de vitamina D en atletas

La IDR de la vitamina D en EUA y Canadá es de 600 UI para niños y adultos de hasta 70 años de edad; y 800 UI para adultos mayores de 70 años (Ross et al., 2010). Aunque la IDR de EUA es mayor que las recomendaciones de otros países (Tabla 1), muchos expertos en vitamina D creen que la IDR de EUA, que fue establecida exclusivamente para la salud ósea (Ross et al., 2010), no es suficiente para obtener beneficios en la salud no esquelética (Heaney y Holick, 2011; Holick et al., 2011) y para un nivel óptimo de salud y rendimiento atlético (Cannell et al., 2009). A diferencia de la IDR, la Sociedad de Endocrinología recomienda 1,500-2,000 UI/día para personas que no tienen suficiente exposición al sol para mantener las concentraciones en el rango apropiado (Holick et al., 2011). No hay evidencias para sugerir que los requerimientos de vitamina D para atletas sean distintos a los de la población general.

La recomendación de exponerse durante 5 minutos (en piel muy clara) a 30 minutos (en piel más oscura) a la luz solar en brazos, piernas y espalda sin protector solar, cerca del mediodía, varias veces por semana, generalmente lleva a una síntesis y nivel suficiente de vitamina D (Cannell et al., 2008; Holick, 2007). Los atletas que no logran una exposición regular al sol, necesitan una suplementación con vitamina D o una combinación de consumo dietético y suplementación. El consumo de alimentos fortificados con vitamina D o un multivitamínico ordinario solo, no es suficiente para mantener un buen nivel (>75 a 80 nmol/L).

Intoxicación con Vitamina D

Es importante entender la toxicidad de la vitamina D ya que algunos atletas, entrenadores y preparadores físicos creen que "si un poco es bueno, más es mejor". Sin embargo, la intoxicación con suplementación de vitamina D por exceso de consumo, es extremadamente rara (Tabla 1). Los casos típicos reportan un consumo accidental de dosis extremadamente altas, a menudo provenientes de errores de los fabricantes (Cannell et al., 2008; Holick, 2007). Por otro lado, las dosis de 10,000 UI/día, durante un periodo de hasta 5 meses, no ocasionan toxicidad (Holick, 2007). La intoxicación por exposición a la luz solar o rayos UVB artificiales no es posible ya que la retroalimentación metabólica circula directamente la producción de foto-productos a un nivel inactivo cuando hay exposición prolongada (Ross et al., 2010).

EVALUACIÓN CLÍNICA Y TRATAMIENTO

Los exámenes de rutina del nivel de vitamina D podrían ser útiles en atletas (Larson-Meyer y Willis, 2010). Si no es posible el examen de rutina, se debe poner especial atención a los atletas con historia de fractura por estrés, enfermedades frecuentes, lesiones de hueso y articulaciones, dolor o

debilidad muscular, o signos de sobreentrenamiento. También, a los atletas con hábitos de alimentación restringidos, que pasan la mayoría del tiempo dentro de un lugar (por ejemplo, gimnastas, bailarinas, luchadores); ya que pueden presentar mayor riesgo tanto de deficiencia de vitamina D, como de una escasez en el consumo de nutrientes. Aunque utilizar la concentración sanguínea de vitamina D como evaluación fiable, es el parámetro bioquímico más importante, la PTH sanguínea, la fosfatasa alcalina y otros marcadores de la salud ósea pueden proporcionar información adicional. Normalmente la concentración de PTH en sangre aumenta mientras la concentración sanguínea de vitamina D cae por debajo de 25-50 nmol/L (Holick, 2007) y tiene una relación independiente con la densidad ósea (Halliday et al., 2011) y el riesgo de fractura por estrés en atletas. La concentración de fosfato alcalino en sangre es un marcador de daño óseo por deficiencia de vitamina D (osteomalacia), que por lo general no se ve con una DMO baja o hueso osteoporótico. Los factores de riesgo y síntomas de la deficiencia, incluyendo el inexplicable dolor y debilidad muscular, lesión por sobreentrenamiento y enfermedades frecuentes como las infecciones del tracto respiratorio, también deben considerarse junto con el uso de medicamentos, ya que algunos de estos medicamentos interfieren con la absorción o metabolismo de la vitamina D (Cannell et al., 2008; Holick, 2007). Por otra parte, debería considerarse la estimación del consumo de vitamina D y otros nutrientes importantes para la salud ósea y la función muscular (es decir, magnesio y vitaminas A, C y K) (Larson-Meyer y Willis, 2010).

Las recomendaciones de vitamina D pueden ser individualizadas por la concentración sanguínea de vitamina D de cada atleta, sus síntomas clínicos, dieta y sistema de creencias. Los atletas que tienen un nivel insuficiente requieren una suplementación de al menos 1,500-2,000 UI de vitamina D/día para mantener su concentración en sangre en el rango suficiente (Holick et al., 2011) si no es posible o si no se desea tener una exposición sensible al sol. Los atletas con un exceso de adiposidad/tamaño corporal o piel más oscura, o que toman medicamentos que afecten el metabolismo de la vitamina D, podrían requerir dosis mayores. Los atletas con un nivel deficiente pueden beneficiarse de regímenes con "cargas" de dosis altas a corto plazo, bajo supervisión de un médico (Holick et al., 2011).

APLICACIONES PRÁCTICAS

- Conocer el nivel de la vitamina D en sangre con relación a la temporada y régimen de entrenamiento del atleta, podría ayudar a mejorar su rendimiento y salud.
- Un nivel adecuado de vitamina D puede lograrse a través de la exposición sensible al sol [5 a 30 min de exposición, dependiendo de la pigmentación de la piel, (5 min para piel clara y 30 min para piel más oscura), en brazos, piernas y espalda, cerca del mediodía varias veces por semana] y/o con suplementación y consumo dietético para proporcionar al menos 1,500-2,000 UI/día.
- En invierno se recomienda la suplementación para los atletas que viven/entrenan a >35° al norte o al sur.
- Los atletas que no están seguros de sus niveles o que tienen historial de fractura por estrés, enfermedades frecuentes, lesiones en hueso o articulaciones, dolor o debilidad muscular, o signos de sobreentrenamiento, deberían evaluar su nivel de vitamina D en sangre.

REFERENCIAS

- Barker, T., T.B. Martins, H.R. Hill, C.R. Kjeldsberg, R.H. Trawick, L.K. Weaver, and M.G. Traber (2011). Low Vitamin D impairs strength recovery after anterior cruciate ligament surgery. *JEBCAM* 16:201-209.
- Barker, T., T.B. Martins, H.R. Hill, C.R. Kjeldsberg, B.M. Dixon, E.D. Schneider, V.T. Henriksen, and L.K. Weaver (2014). Vitamin D sufficiency associates with an increase in anti-inflammatory cytokines after intense exercise in humans. *Cytokine* 65:134-137.
- Bergen-Cico, D.K., and S.H. Short (1992). Dietary intakes, energy expenditures, and anthropometric characteristics of adolescent female cross-country runners. *J. Am. Dietet. Assoc.* 92:611-612.
- Bescos Garcia, R., and F.A. Rodriguez Guisado (2011). Low levels of vitamin D in professional basketball players after wintertime: relationship with dietary intake of vitamin D and calcium. *Nutr. Hosp.* 26:945-951.
- Bischoff-Ferrari, H.A., T. Dietrich, E.J. Orav, and B. Dawson-Hughes (2004a). Positive association between 25-hydroxy vitamin D levels and bone mineral density: a population-based study of younger and older adults. *Am. J. Med.* 116:634-639.
- Bischoff-Ferrari, H.A., T. Dietrich, E.J. Orav, F.B. Hu, Y. Zhang, E.W. Karlson, and B. Dawson-Hughes. (2004b). Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged > or =60 y. *Am. J. Clin. Nutr.* 80:752-758.
- Cannell, J.J., R. Vieth, J.C. Umhau, M.F. Holick, W.B. Grant, S. Madronich, C.F. Garland, and E. Giovannucci (2006). Epidemic influenza and vitamin D. *Epidemiol. Infect.* 134:1129-1140.
- Cannell, J.J., B.W. Hollis, M. Zasloff, and R.P. Heaney (2008). Diagnosis and treatment of vitamin D deficiency. *Expert Opin. Pharmacother.* 9:107-118.
- Cannell, J.J., B.W. Hollis, M.B. Sorenson, T.N. Taft, and J.J. Anderson (2009). Athletic performance and vitamin D. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41:1102-1110.
- Clark, M., D.B. Reed, S.F. Crouse, and R.B. Armstrong (2003). Pre- and post-season dietary intake, body composition, and performance indices of NCAA division I female soccer players. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 13:303-319.
- Close, G.L., J. Russell, J.N. Cobley, D.J. Owens, G. Wilson, W. Gregson, W.D. Fraser, and J.P. Morton (2013). Assessment of vitamin D concentration in non-supplemented professional athletes and healthy adults during the winter months in the UK: implications for skeletal muscle function. *J. Sports Sci.* 31:344-353.
- Farrokhhyar, F., R. Tabasinejad, D. Dao, D. Peterson, O.R. Ayeni, R. Hadioonazadeh, and M. Bhandari (2015). Prevalence of Vitamin D inadequacy in athletes: A systematic-review and meta-analysis. *Sports Med.* 45:365-378.
- Fu, L., F. Yun, M. Oczak, B.Y. Wong, R. Vieth, and D.E. Cole (2009). Common genetic variants of the vitamin D binding protein (DBP) predict differences in response of serum 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] to vitamin D supplementation. *Clin. Biochem.* 42:1174-1177.
- Girgis, C.M., R.J. Clifton-Bligh, M.W. Hamrick, M.F. Holick, and J.E. Gunton (2013). The roles of vitamin D in skeletal muscle: form, function, and metabolism. *Endocrin. Rev.* 34:33-83.
- Gombart, A.F., N. Borregaard, and H.P. Koefler (2005). Human cathelicidin antimicrobial peptide (CAMP) gene is a direct target of the vitamin D receptor and is strongly up-regulated in myeloid cells by 1,25-dihydroxyvitamin D3. *Faseb J.* 19:1067-1077.
- Halliday, T., N. Peterson, J. Thomas, K. Kleppinger, B. Hollis, and D. Larson-Meyer (2011). Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury and illness in college athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 42:335-343.
- Hamilton, B., J. Grantham, S. Racinais, and H. Chalabi (2010). Vitamin D deficiency is endemic in Middle Eastern sportsmen. *Pub. Health Nutr.* 13:1528-1534.
- Heaney, R.P., and M.F. Holick (2011). Why the IOM recommendations for vitamin D are

- deficient. *J. Bone Miner. Res.* 26:455-457.
- Helle, C., and K. Bjerkkan (2011). Vitamin D status blant norske toppidrettsutøvere-OG Faktorer AV Betydning for vitamin D-status. *Idrettsmedisinsk Hostkongress 38.*
- Heller, J.E., J.J. Thomas, B.W. Hollis, and D.E. Larson-Meyer (2014). Relation between vitamin D status and body composition in collegiate athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* E-pub ahead of print. PMID # 25028792.
- Holick, M.F. (2007). Vitamin D deficiency. *N. Engl. J. Med.* 357:266-281.
- Holick, M.F., N.C. Binkley, H.A. Bischoff-Ferrari, C.M. Gordon, D.A. Hanley, R.P. Heaney, M.H. Murad, and C.M. Weaver (2011). Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.*
- Hollis, B.W. (2005). Circulating 25-hydroxyvitamin D levels indicative of vitamin D sufficiency: implications for establishing a new effective dietary intake recommendation for vitamin D. *J. Nutr.* 135:317-322.
- Hosseini-nezhad, A., and M.F. Holick (2013). Vitamin D for health: a global perspective. *Mayo Clin. Proc.* 88:720-755.
- Kiebzak, G.M., N.L. Moore, S. Margolis, B. Hollis, and C.G. Kevorkian (2007). Vitamin D status of patients admitted to a hospital rehabilitation unit: relationship to function and progress. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 86:435-445.
- Laaksi, I., J.P. Ruohola, P. Tuohimaa, A. Auvinen, R. Haataja, H. Pihlajamäki, and T. Ylikomi (2007). An association of serum vitamin D concentrations < 40 nmol/L with acute respiratory tract infection in young Finnish men. *Am. J. Clin. Nutr.* 86:714-717.
- Lappe, J., D. Cullen, G. Haynatzki, R. Recker, R. Ahlf, and K. Thompson (2008). Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *J. Bone Miner. Res.* 23:741-749.
- Larson-Meyer, D.E., and K.S. Willis (2010). Vitamin D and athletes. *Curr. Sports Med. Rep.* 9:220-226.
- Lehtonen-Veromaa, M., T. Mottonen, K. Irjala, M. Karkkainen, C. Lamberg-Allardt, P. Hakola, and J. Viikari (1999). Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9- to 15-year-old Finnish girls. *Eur. J. Clin. Nutr.* 53:746-751.
- Maimoun, L., J. Manetta, I. Couret, A.M. Dupuy, D. Mariano-Goulart, J.P. Micallef, E. Peruchon, and M. Rossi (2006). The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response. *Int. J. Sports Med.* 27:105-111.
- Peeling, P., S.K. Fulton, M. Binnie, and C. Goodman (2013). Training environment and Vitamin D status in athletes. *Int. J. Sports Med.* 34:248-252.
- Pollock, N., P. Dijkstra, R. Chakraverty, and B. Hamilton (2012). Low 25(OH) vitamin D concentrations in international UK track and field athletes. *S. Afr. J. Sports Med.* 24:55-59.
- Raimundo, F.V., G.A. Faulhaber, P.K. Menegatti, S. Marques Lda, and T.W. Furlanetto (2011). Effect of high- versus low-fat meal on serum 25-hydroxyvitamin D levels after a single oral dose of vitamin D: A single-blind, parallel, randomized trial. *Int. J. Endocrinol.* 809069.
- Rankinen, T., S. Lyytikäinen, E. Vanninen, I. Penttilä, R. Rauramaa, and M. Uusitupa (1998). Nutritional status of the Finnish elite ski jumpers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:1592-1597.
- Ross, A.C., C.L. Taylor, A.L. Yaktine, and H.B. Del Valle (2010). *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D.* Washington DC: National Academies Press.
- Ruohola, J.P., I. Laaksi, T. Ylikomi, R. Haataja, V.M. Mattila, T. Sahi, P. Tuohimaa, and H. Pihlajamäki (2006). Association between serum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. *J. Bone Miner. Res.* 21:1483-1488.
- Sato, Y., J. Iwamoto, T. Kanoko, and K. Satoh (2005). Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. *Cerebrovasc. Dis.* 20:187-192.
- Shindle, M., J. Voos, L. Gulotta, L. Weiss, S. Roder, G. Kelly, S. Lyman, J. Lame, R. Barnes, and R. Warren (2011). Vitamin D status in a professional american football team. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43:S340-S341.
- Sonneville, K.R., C.M. Gordon, M.S. Kocher, L.M. Pierce, A. Ramappa, and A.E. Field (2012). Vitamin D, calcium, and dairy intakes and stress fractures among female adolescents. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 166:595-600.
- Storlie, D.M., K. Pritchett, R. Pritchett, and L. Cashman (2011). 12-week vitamin D supplementation trial does not significantly influence seasonal 25(OH)D concentrations in male collegiate athletes. *Int. J. Health Nutr.* 2:8-13.
- Välimäki, V.V., H. Alftan, E. Lehmuskallio, E. Loytyniemi, T. Sahi, U.H. Stenman, H. Suominen, and M.J. Valimäki (2004). Vitamin D status as a determinant of peak bone mass in young Finnish men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 89:76-80.
- Ward, K.A., G. Das, J.L. Berry, S.A. Roberts, R. Rawer, J.E. Adams, and Z. Mughal (2009). Vitamin D status and muscle function in post-menarchal adolescent girls. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 94:559-563.
- Willis, K.S., D.T. Smith, K.S. Broughton, and D.E. Larson-Meyer (2012). Vitamin D status and biomarkers of inflammation in runners. *Open Access J. Sports Med.* 3:35-42.
- Wyon, M.A., Y. Koutedakis, R. Wolman, A.M. Nevill, and N. Allen (2014). The influence of winter vitamin D supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: a controlled study. *J. Sci. Med. Sport* 17:8-12.
- Ziegler, P., J.A. Nelson, A. Barratt-Fornell, L. Fiveash, and A. Drewnowski (2001). Energy and macronutrient intakes of elite figure skaters. *J. Am. Dietet. Assoc.* 101:319-325.

TRADUCCIÓN

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: Enette Larson-Meyer. (2015). The Importance of Vitamin D for Athletes. *Sports Science Exchange* 148, Vol. 28, No. 148, 1-6, por la L.N. Adriana de la Parra Sólomon.