

IMPORTANCIA DE LA VITAMINA D EN LOS NIVELES DE RENDIMIENTO FÍSICO EN JUGADORES DE FÚTBOL

*TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN
RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD*

Alumno: Mery Ann A. Perdomo Garcia

Tutor académico: Néstor Vicente Salar

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

Curso académico 2022-2023

INDICE

1. INTRODUCCION.....	3
1.1 Metabolismo y Propiedades de la Vitamina D.....	3
1.2 Vitamina D y Salud.....	4
1.3 Vitamina D y Deporte.....	5
1.4 Otros marcadores que se relacionan con la Vitamina D.....	7
2. OBJETIVO.....	10
3. METODOLGIA.....	11
3.1 Muestra de estudio.....	11
3.2 Análisis de la carga física.....	11
3.4 Recolección y análisis de muestras sanguíneas.....	12
3.5 Análisis estadístico.....	15
4. RESULTADOS.....	16
5. CONCLUSIONES.....	16
6. BIBLIOGRAFIA.....	17

1. INTRODUCCION

1.1 Metabolismo y Propiedades de la Vitamina D

Debido al papel tan importante en distintos procesos metabólicos, la influencia de la vitamina D en la salud física ha sido investigada en los últimos años, especialmente en los países del norte de Europa.

Según Larson-Meyer (2015), la vitamina D es un secosteroide, es decir, un esteroide modificado, y según Brzeziński et al. (2022), es una vitamina liposoluble. La vitamina D actúa como precursora de la hormona, y está presente en dos formas: el ergocalciferol o vitamina D₂ y el colecalciferol o vitamina D₃. La radiación ultravioleta-B (UVB) proveniente de la luz solar, convierte su precursor 7-dehidrocolesterol, presente en la piel, a D₃ (colecalciferol). La vitamina D sintetizada (así como la vitamina D obtenida de la dieta) es transportada al hígado por la proteína ligada a la vitamina D (VDBP por sus siglas en inglés). En el hígado, la vitamina D sufre su primera hidroxilación a 25(OH)D, siendo su forma de almacenamiento principal. Posteriormente, recibe una segunda hidroxilación en los túbulos renales obteniéndose calcitriol (Larson-Meyer, 2015), por la acción del citocromo P450 mitocondrial, CYP27B1 (Anders et al., 2014).

La forma hormonal 1,25(OH)₂ D₃, ya sea que se forme en el riñón o extrarrenalmente, tiene funciones calcémicas que incluyen la regulación de las concentraciones de calcio y fosfato en sangre por acciones en el intestino, hueso, paratiroides y riñón; así como funciones no calcémicas que incluyen acciones de diferenciación celular y anti proliferativas en varios tipos de células: médula ósea, sistema

inmunitario, piel, células epiteliales de mama y próstata, músculo e intestino (Anders et al., 2014).

La 25(OH)D es la principal forma circulante de vitamina D. Tiene una vida media de dos a tres semanas, en comparación con las 24 horas de la vitamina D original. Tiene menos del 1% de la potencia de la 1,25- dihidroxivitamina D y su vida media es de aproximadamente cuatro a seis horas (Brzeziński et al., 2022), lo que recalca la necesidad de una exposición frecuente o ingesta con suplementos para el mantenimiento del suministro en el cuerpo. Durante las últimas décadas, ha aumentado el interés en la investigación de la vitamina D porque se descubrió que casi todos los tejidos del cuerpo, con pocas excepciones, como los glóbulos rojos (Anders et al., 2014) tienen un receptor de vitamina D, lo que significa que esto puede influir directa o indirectamente en sus funciones (Gilic et al., 2021).

1.2 Vitamina D y Salud

Existen distintos factores tanto endógenos como exógenos que pueden intervenir en las concentraciones plasmáticas de vitamina D en el cuerpo; como las diferencias en la dieta, la edad, la exposición a la luz solar, la latitud, la ropa y el estilo de vida. En el ámbito deportivo, el tipo de vestimenta incluyendo el material de éstas, el deporte-practicado y el lugar ya sea interior o exterior también son factores que intervienen en sus niveles. En países industrializados, hoy en día la utilización de protector solar para prevenir cáncer de piel está estrechamente ligado a no alcanzar niveles óptimos de vitamina D. Esto ligado a factores como: prematuridad, ser hijo de madre con déficit importante de vitamina D, lactancia materna exclusiva por más de 3-6 meses sin suplementación, tener la piel oscura, seguir dietas vegetarianas estrictas o baja en grasas, poca actividad al

aire libre, sedentarismo, obesidad y uso de medicamentos que alteran el metabolismo fosfocálcico (Bioti et al., 2020) son factores con una influencia directamente proporcional a los niveles de vitamina D plasmática.

1.3 Vitamina D y Deporte

En el año 2007 se creía que el requerimiento humano puede alcanzarse completamente a través de su síntesis en la piel por la exposición a la luz solar; (Larson-Meyer, 2015) pero en otros estudios se puede constatar que por lo menos cuando hablamos de jugadores de equipos de elite, esto no es del todo cierto. Un total del 80-90% de la vitamina D se sintetiza durante la exposición a la radiación ultravioleta B de la luz solar y nutricionalmente 10 a 20% se obtiene de los alimentos (Gilic et al., 2021) como el aceite de hígado de bacalao, pescados grasos, huevos y suplementos fortificados con vitamina D así como en su forma vitamina D₂ derivados de ergosteroles de hongos y levaduras expuestos a los UVB (Larson-Meyer, 2015). A pesar de que se ha llegado acuerdos en distintas sociedades científicas y laboratorios de referencia sobre la necesidad e importancia de mantener niveles adecuados de vitamina D, todavía no se ha acordado sobre a qué se le consideraría límite inferior y qué constituye adecuación o un nivel saludable de concentración de vitamina D plasmática.

La actividad física intensa que realizan los atletas en los entrenamientos, tiene el propósito de interrumpir la homeostasis para generar una respuesta adaptativa que mejore el rendimiento y resistencia de los atletas en las competencias. La composición, resistencia, fuerza y potencia del musculo esquelético es un aspecto importante tanto a nivel general como en el rendimiento deportivo ya que pueden verse afectadas por el estado muscular o el estado de fatiga y recuperación del músculo. El fútbol es el deporte

más jugado en Europa; donde la capacidad aeróbica, la fuerza muscular y la velocidad son de vital importancia para la mayoría de las acciones durante el juego. Los jugadores deben realizar sprints, paradas, saltos y cambios de dirección repetidos con el máximo desarrollo de fuerza y en el menor tiempo de respuesta posible, son determinantes clave de los resultados del juego (Koundourakis, 2014). Además, los jugadores de alto nivel corren aproximadamente de 10 a 12 km durante un partido de fútbol, y la distancia total recorrida está linealmente relacionada con el VO_2 máx. (Koundourakis, 2014).

Durante temporada de competición, los futbolistas se enfrentan a varios partidos, con tan donde los descansos pueden variar entre 3 a 7 días, pero considerando la carga de trabajo a los que son expuestos y que no detienen su entrenamiento, es casi imposible alcanzar una recuperación completa debido al estrés causado por sustancias segregadas por el mismo músculo que necesitan un tiempo para ser degradadas. Si sumándole a esto se toma en consideración la duración del juego (90-115min) y los valores de consumo máximo de oxígeno, el juego de fútbol parece depender en gran medida del sistema aeróbico. Se encontró una alta correlación entre la capacidad aeróbica y la alta concentración de vitamina D, tanto de forma natural como resultado de la suplementación (Brzeziański et al., 2022). Por lo tanto, el nivel de vitamina D está asociado con el rendimiento de resistencia aeróbica (Michalczyk et al., 2020), a través de un efecto de esta vitamina sobre la función pulmonar óptima y/o la resistencia a la eritropoyetina (Koundourakis, 2014). Esta hipótesis se desarrolló en al inicio del siglo XX cuando se observó 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 (Larson-Meyer, 2015). Por esto muchos atletas controlan los niveles de vitamina D por

los muchos efectos ergogénicos en el rendimiento deportivo (Lee et al., 2017), ya que estos son más susceptibles a tener deficiencia/insuficiencia de vitamina D probablemente debido a mayor actividad enzimática después del ejercicio (Larson-Meyer, 2015).

La vitamina D se relaciona con la fuerza muscular, el tamaño de las fibras musculares y la coordinación neuromuscular a través del receptor VDR. La suplementación adecuada de vitamina D dentro del rango normal puede tener un impacto directo en la estructura y función muscular, mejorando el desarrollo muscular, la acción del músculo esquelético y el rendimiento en movimientos explosivos como carreras, salto vertical y fuerza isométrica del cuádriceps (Koundourakis, 2014; Larson-Meyer, 2015). Además, se registraron mejoras significativas en las pruebas de velocidad de carrera y cambio de dirección después de la suplementación con vitamina D en jugadores de fútbol jóvenes de 8 a 15 años que tenían déficit de vitaminas al comienzo de la investigación (Gilibic et al., 2021).

1.4 Otros marcadores que se relacionan con la vitamina D

La señalización hormonal adecuada es esencial para las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento físico (Lee et al., 2017). Hormonas como el cortisol o la testosterona juegan un papel importante en el desarrollo y mantenimiento de la masa muscular en el atleta y posterior recuperación tras el entrenamiento. En los atletas que poseen una mayor concentración de testosterona aumenta la síntesis de proteínas, la producción de glóbulos rojos y la reposición de glucógeno (Lee et al., 2017), mientras que una concentración alta de cortisol en atletas indica estrés, sobrecarga de ejercicio y recuperación muscular inadecuada (Michalczyk et al., 2020), ya que esta funciona de manera antagónica a la testosterona siendo catabólico e inmunosupresor, inhibiendo la

síntesis de proteínas (Lee et al., 2017). Otro marcador de sobre entrenamiento o intensidad de entrenamiento en sangre que se puede determinar mediante marcadores sanguíneos es la creatina quinasa (CK), enzima que se filtra al torrente sanguíneo tras una lesión muscular y después de una actividad física extenuante (Ferrari et al., 2020).

Un estudio realizado a 29 atletas futbolistas durante 13 meses, se detectó insuficiencia de vitamina D, especialmente en cuatro atletas de origen africano debido a la pigmentación de la piel, por otro lado, se encontró una débil pero significativa correlación directa entre vitamina D y la relación Testosterona/Cortisol (Ferrari et al., 2020). Los niveles más altos de vitamina D se asociaron con un riesgo ligeramente mayor de sobre entrenamiento. En este estudio fueron consistentes con un programa de entrenamiento adecuado; la mayoría de los atletas experimentaron altos niveles de CK y especies reactivas de oxígeno por sus siglas (ROS). Además, a pesar de la importante actividad al aire libre, durante el "invierno de la vitamina D" (noviembre a marzo), los valores de vitamina D a menudo fueron insuficientes, en comparación con la población general. (Ferrari et al., 2020). Algunos estudios sugieren que niveles adecuados o elevados de vitamina D pueden estar asociados con un efecto antioxidante. Por lo tanto, es posible evaluar los niveles de especies reactivas de oxígeno (ROS), que son un indicador de estrés psicofísico y a menudo están por encima del límite clínico normal. De acuerdo con Ferrari et al. (2020), mientras que la creatina quinasa (CK) puede considerarse un marcador de estrés físico "puro" que no induce ningún "efecto secundario" en los atletas, esto no ocurre con los radicales libres. Una mayor exposición a los rayos UVB y las reducciones en el estrés del entrenamiento físico pueden tener efectos beneficiosos sobre los niveles de vitamina D en los jugadores de fútbol de élite (Ferrari et al., 2020).

La inflamación inducida por entrenamiento y la carga de trabajo en atletas jóvenes que practican también deportes acíclicos como el tenis, puede estar relacionada con concentraciones bajas de vitamina D. Por lo que sería razonable considerar que los atletas pudieran requerir concentraciones más altas que los no atletas para afrontar la excesiva carga de ejercicio físico y las lesiones (Kozłowska et al., 2021). En otro estudio publicado en el 2021 se evaluaron diferentes modalidades deportivas y las concentraciones más altas de vitamina D se encontraron en otoño, en jugadores suplementados, mientras que las más bajas en la primavera en jugadores no suplementados. Las concentraciones medias más altas para todo el año se observaron en los jugadores de fútbol al aire libre, completamente suplementados durante el año, en contraste, durante la primavera, los jugadores de fútbol sala que recibieron suplementos completos a lo largo de la temporada mostraron un nivel promedio óptimo de vitamina D (González Ross et al., 2021).

Aunque España es un país soleado, resultados obtenidos por Valtueña et al., (2021) indican que aproximadamente el 30% de los jugadores del equipo Fútbol Club Barcelona (FCB) estaban por debajo de los niveles óptimos con variaciones estacionales y especificaron que la menor latitud en España podría proteger a los jugadores de un estado carencial, pero no de insuficiencia. Se evaluaron 95 atletas que mostraron mejor rendimiento en verano cuando la exposición al sol está más disponible, y los efectos de la vitamina D sintetizada naturalmente (incluso con deficiencias) combinados con la suplementación resultaron en un efecto notable en la mejora de la función muscular en la prueba de velocidad. En el mismo estudio, se observó que los niveles de vitamina D al comienzo de la temporada, en otoño, parecen tener un papel importante en el

mantenimiento de niveles adecuados de vitamina D a lo largo de la temporada deportiva (Valtueña et al., 2021).

En ese sentido existe una interacción positiva con la suplementación en dos direcciones diferentes; el entrenamiento al aire libre mejora el estado de vitamina D solo en jugadores de equipo suplementados y la suplementación tiene una influencia positiva en el estado de vitamina D solo en individuos con una exposición solar adecuada (Valtueña et al., 2021). A pesar de la importancia de este tema para la población de atletas, se han publicado muy pocos estudios. En la última década se ha visto un aumento dramático en el interés general y la investigación sobre la vitamina D, y muchos atletas ahora toman suplementos de vitamina D como parte de su régimen dietético diario. Sin embargo, para explotar completamente el potencial de la vitamina D como un regulador de un amplio número de procesos de la fisiología humana, definir un nivel mínimo apropiado y lograr este nivel en el organismo, ya sea a través de la dieta o la exposición al sol, sigue siendo un desafío en la población (Hii & Ferrante 2016).

Es sumamente importante una dieta adecuada, exposición al sol sin protector solar y un requerimiento potencial en la temporada de invierno para así prevenir deficiencias de vitamina D en adultos jóvenes que practiquen actividad física.

OBJETIVO

EL objetivo del presente trabajo es evaluar la Vitamina D al inicio y final de temporada en un equipo de fútbol de la primera división española con el fin de identificar cambios en sus concentraciones y que otros parámetros circulantes pueden influir en estas.

METODOLOGIA

Sujetos del estudio:

Veintitrés futbolistas profesionales varones de primera división de la Liga Española de fútbol formaron parte de este estudio durante la temporada 2021/2022. Sin embargo, al inicio del estudio, se excluyeron 4 jugadores debido a su demarcación (2 porteros) y a que pertenecían al equipo filial (n=2) por lo que no se pudieron obtener los datos de carga física completos. Por lo tanto, la muestra final se compuso de 19 participantes.

El protocolo del estudio recibió la aprobación de la Oficina de Investigación Responsable (OIR) de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Se proporcionó a los sujetos información sobre los riesgos y beneficios del estudio, y posteriormente, firmaron un consentimiento informado por escrito para participar en el mismo.

Análisis de la carga física:

Los datos se registraron a partir del seguimiento diario de los jugadores en el que se midió de forma rutinaria el movimiento de los atletas a lo largo de la temporada. Las medidas fueron recogidas por un sistema de seguimiento de movimiento en tiempo real que incluye un dispositivo de sistema de posicionamiento local (LPS), basado en tecnología UWB, y una unidad de medida inercial (IMU; WIMU PROTM, RealTrack Systems, Almería, España) con una tecnología de ultra-banda ancha (UWB) y 2), GPS de 5 Hz, un acelerómetro triaxial de 1000 Hz y un giroscopio triaxial de 10.000 Hz. Los datos se enviaron al dispositivo WIMU PRO, que almacena todos los conjuntos de datos. Los dispositivos WIMI PRO se colocaron diariamente por parte del equipo técnico en la parte superior de la espalda de los jugadores en un bolsillo adherido a una prenda

ajustada, colocados entre las escápulas en los niveles T2-T4 para evitar movimientos no deseados.

Recolección y análisis de muestras sanguíneas:

En este estudio se examinó las muestras de sangre de los jugadores en dos momentos distintos durante la temporada competitiva. El primer análisis se realizó en julio-agosto del 2021 al finalizar la pretemporada ($t=0$), mientras que el segundo se llevó a cabo en mayo de 2022 al final de la temporada de la liga regular ($t=1$).

Se recolectaron las muestras de sangre con el participante en ayunas por parte del enfermero del cuerpo médico del Club. Se tomaron muestras de la vena ante cubital y se colocaron en varios tubos EDTA Vacutainer. Después de la recolección, las muestras fueron inmediatamente almacenados a una temperatura de -80°C hasta su posterior determinación. Se siguieron las pautas éticas y de seguridad en la manipulación de las muestras de sangre.

Los hematíes, leucocitos, linfocitos, los neutrófilos, los eritrocitos y el plasma fueron purificados siguiendo una adaptación del método descrito por Boyum. Sus porcentajes fueron determinados de manera indirecta, así como los valores de VCM, HCM Y CHCM durante este proceso. Para la determinación de la hemoglobina se utiliza el método de la Cianometahemoglobina que consiste en disolver la sangre en una solución que contiene ferrocianuro y cianuro potásicos. El ferrocianuro potásico oxida las hemoglobinas presentes en la sangre a metahemoglobinas, mientras que el cianuro potásico suministra los iones cianuro para formar Cianometahemoglobina. La cantidad de Cianometahemoglobina formada está directamente relacionada con la concentración de hemoglobina en la muestra y puede medirse mediante un espectrofotómetro a una

longitud de onda de 540 nm. En este proceso, se utiliza la absorbancia de la Cianometahemoglobina para determinar la concentración de hemoglobina en la muestra. La glucosa circulante se determinó por el método de glucosa oxidasa acoplado con la reacción de la peroxidasa. El colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad (HDL-C) se determinó por un método colorimétrico enzimático directo, donde un detergente solubiliza el colesterol-HDL y bajo la acción combinada de la colesterol oxidasa y la colesterol esterasa se desarrolla una reacción coloreada proporcional a la concentración en colesterol-HDL. Se inhibió la reacción de las lipoproteínas no HDL con las enzimas debido a la absorción al detergente. La medición de LDL se realizó mediante la enzima peroxidasa donde se forma el pigmento de quinona capaz de medirse por espectrofotometría. La determinación de los triglicéridos circulantes se realizó mediante reacciones acopladas extraído de lipoproteína-lipasa, glicerol-quinasa, glicerol fosfato oxidasa y peroxidasa, dando un aducto final de color capaz de medirse por espectrofotometría. La creatinina se determinó utilizando el método de Jaffe de reacción directa. La ferritina se determinó mediante un ensayo de fluorescencia ligada a enzimas (BioMerieux, Madrid, España) según las instrucciones del fabricante. La lactato deshidrogenada (LDH) se determinó por lactato oxidasa/peroxidasa acoplada reacción colorimétrica. Los niveles de Na⁺ y K⁺ plasmáticos se determinaron por potenciometría usando electrodos Spotlyte (Menarini, Badalona, España). La creatina quinasa fue determinada fotométricamente (Spinreact, Girona, España) a partir de reacciones acopladas de hexoquinasa y glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, dando lugar a la nicotinamida fosfato de dinucleótido de adenina. La aspartato aminotransferasa (AST) se determinó fotométricamente (Spinreact, Girona, España) mediante el análisis de la

disminución concentración de dinucleótido de nicotinamida y adenina de la reacción acoplada con malato deshidrogenasa. La alanina aminotransferasa (ALT) se determinó en una manera similar a AST, solo que la reacción acoplada se realizó con lactato deshidrogenasa. Gamma GT se midió utilizando procedimientos de laboratorio estándar automatizados. El nivel de ácido úrico se midió mediante prueba colorimétrica enzimática con factor de limpieza de lípidos (LCF). El hierro se determinó mediante su disociación del complejo sérico hierro-transferrina en medio ácido débil. El hierro libre se reduce a ion ferroso mediante el ácido ascórbico. Los iones ferrosos en presencia de FerroZine (solución reactiva) forman un complejo coloreado capaz de medirse por espectrofotometría. El índice de saturación de hierro (Fe^{+}) se evaluó de manera indirecta. Las proteínas totales se determinaron mediante sus enlaces peptídicos que reaccionan con el ion cúprico en medio alcalino, para dar un complejo color violeta capaz de medirse por espectrofotometría. El magnesio, en medio alcalino, reacciona con el azul xilidil (reactivo) formando un complejo de color púrpura cuya intensidad es proporcional a la concentración de Mg presente en la muestra capaz de medirse por espectrofotometría. La testosterona, el cortisol y transferrina se midieron mediante inmunoensayo.

Los participantes fueron cegados mediante dígitos por el cuerpo médico del club, indicando las primeras muestras de la temporada como $t=0$ y las últimas muestras como $t=1$. Finalmente, los valores de los parámetros recopilados de cada sujeto se exportaron a una base de datos (Microsoft Excel v19.0), cuya función fue únicamente la de obtener los datos de forma editable para posteriormente realizar el análisis estadístico.

Análisis estadístico

Los datos recopilados de cada paciente y anonimizados fueron recogidos en formato Excel y luego exportados para su análisis estadístico. El análisis estadístico se realizó utilizando el Paquete Estadístico para Social Sciences (IBM SPSS Statistics 21 para Windows) para procesar los datos obtenidos de la muestra. Las estadísticas descriptivas estándar se presentaron como media \pm DE. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de homocedasticidad de Levene para evaluar si las variables se ajustaban a una distribución normal y proceder con el análisis de diferencias de medias entre $t=0$ y $t=1$. Para aquellas que seguían una distribución normal y poseían homocedasticidad, se utilizó la prueba paramétrica T Student para muestras relacionadas y la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas en aquellas que no cumplían normalidad y homocedasticidad. Se utilizó el test de correlación de Pearson entre las variables de los parámetros circulantes en $t=1$ y los parámetros físicos acumulados a final de temporada.

RESULTADOS

En virtud de la normativa para la realización de Trabajos Fin de Máster, se reserva la publicación de los resultados obtenidos durante la realización del presente trabajo para su posterior publicación en una revista científica. No obstante, los resultados serán presentados durante la defensa y exposición de este trabajo, donde el tribunal contará con todos los datos para la evaluación de los objetivos conseguidos.

CONCLUSIONES

Durante la temporada, se observaron cambios significativos en varios parámetros sanguíneos: aumento en ASAT, CK y LDH, indicando daño muscular y estrés oxidativo debido a ejercicios intensos (Radzimiński et al., 2020). Además, se evidenció un incremento en neutrófilos absolutos, hematocrito, VCM y RDW, posiblemente debido a la adaptación a la actividad física intensa del fútbol.

Por otro lado, hubo una disminución en los niveles de vitamina D, posiblemente debido a la falta de exposición solar en el "invierno de la vitamina D" (Ferrari et al., 2020). El magnesio también disminuyó, pero no por debajo de los niveles de deficiencia, quizás debido a las pérdidas durante el entrenamiento y a recomendaciones de ingesta basadas en poblaciones no atléticas (Finstad et al., 2001). Además, la creatinina, cortisol, transferrina y HCM disminuyeron, lo que podría estar relacionado con cambios en el metabolismo del hierro, regulación hormonal y adaptaciones renales debido al estrés y la actividad física.

Los resultados de la carga física y los parámetros a final de temporada muestran que mientras más altos los niveles de vitamina D y magnesio mayores aceleraciones y carga de trabajo son capaces de realizar. Sin embargo, altos niveles de CK y ácido úrico se asocian con dificultades en el rendimiento, realización de aceleraciones y carga de trabajo requeridas. Además, altas velocidades intensas se relacionan con disminución en conteo de células sanguíneas como hematíes, hematocrito, hemoglobina y eosinófilos, destacando que estos resultados no sugieren una relación directa de causa y efecto.

BIBLIOGRAFIA

- Anders Burild, Henrik L. Frandsen, Jette Jakobsen. (2014) [Simultaneous quantification of vitamin D₃, 25-hydroxyvitamin D₃ and 24,25-dihydroxyvitamin D₃ in human serum by LC-MS/MS](#). *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation* 74:5, pages 418-423.
- Bioti Torres, Yadenys, Navarro Despaigne, Daysi A, & Acosta Cedeño, Alina. (2020). Vitamina D, más allá de la homeostasis cálcica. *Revista Cubana de Endocrinología*, 31(2), e183. Epub 06 de noviembre de 2020. Recuperado en 2 de marzo de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532020000200012&lng=es&tlng=es
- Brzeziański, M., Migdalska-Sęk, M., Czechowska, A., Radzimiński, Ł., Jastrzębski, Z., Brzeziańska-Lasota, E., & Sewerynek, E. (2022). Correlation between the Positive Effect of Vitamin D Supplementation and Physical Performance in Young Male Soccer Players. *International journal of environmental research and public health*, 19(9), 5138. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095138>
- Ferrari, D., Lombardi, G., Strollo, M., Pontillo, M., Motta, A., & Locatelli, M. (2020). Un posible papel antioxidante de la vitamina D en jugadores de fútbol: un análisis retrospectivo de marcadores de estrés psicofísico en un equipo profesional. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 17 (10), 3484. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103484>
- Finstad, E. W., Newhouse, I. J., Lukaski, H. C., Mcauliffe, J. E., & Stewart, C. R. (2001). The effects of magnesium supplementation on exercise performance.

Medicine and Science in Sports and Exercise, 33(3), 493–498.

<https://doi.org/10.1097/00005768-200103000-00024>

- Gilic, B., Kosor, J., Jimenez-Pavon, D., Markic, J., Karin, Z., Domic, D. S., & Sekulic, D. (2021). Associations of Vitamin D Levels with Physical Fitness and Motor Performance; A Cross-Sectional Study in Youth Soccer Players from Southern Croatia. *Biology*, 10(8), 751. <https://doi.org/10.3390/biology10080751>
- Hii, C. S., & Ferrante, A. (2016). The Non-Genomic Actions of Vitamin D. *Nutrients*, 8(3), 135. <https://doi.org/10.3390/nu8030135>
- Koundourakis NE, Androulakis NE, Malliaraki N, Margioris AN (2014) Vitamin D and Exercise Performance in Professional Soccer Players. *PLoS ONE* 9(7): e101659. doi:10.1371/journal.pone.0101659
- Kozłowska, M., Żurek, P., Rodziewicz, E., Góral, K., Żmijewski, P., Lipińska, P., Laskowski, R., Walentukiewicz, A. K., Antosiewicz, J., & Ziemann, E. (2021). Immunological Response and Match Performance of Professional Tennis Players of Different Age Groups During a Competitive Season. *Journal of strength and conditioning research*, 35(8), 2255–2262. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003138>
- Larson-Meyer, E. (2015). *La importancia de la vitamina D en los Atletas*. Gatorade Sport Science Institute. Recuperado 23 de febrero de 27d. C., de <https://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-148-the-importance-of-vitamin-d-for-athletes>
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and

Recovery in Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 31(10), 2920–2937. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002122>

- Michalczyk, M. M., Gołaś, A., Maszczyk, A., Kaczka, P., & Zajac, A. (2020). Influence of Sunlight and Oral D₃ Supplementation on Serum 25(OH)D Concentration and Exercise Performance in Elite Soccer Players. *Nutrients*, 12(5), 1311. <https://doi.org/10.3390/nu12051311>
- Radzimiński, Ł., Jastrzębski, Z., López-Sánchez, GF, Szwarc, A., Duda, H., Stuła, A., Paszulewicz, J., et al. (2020). Relaciones entre cargas de entrenamiento y parámetros sanguíneos seleccionados en futbolistas profesionales durante un campamento deportivo de 12 días. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 17 (22), 8580. MDPI AG. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17228580>
- Seo, M.-W., Song, JK, Jung, HC, Kim, S.-W., Kim, J.-H. y Lee, J.-M. (2019). Las asociaciones del estado de la vitamina D con el rendimiento atlético y los marcadores sanguíneos en atletas adolescentes: un estudio transversal. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 16 (18), 3422. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183422>
- Valtueña, J., Aparicio-Ugarriza, R., Medina, D., Lizarraga, A., Rodas, G., González-Gross, M., & Drobic, F. (2021). Vitamin D Status in Spanish Elite Team Sport Players. *Nutrients*, 13(4), 1311. <https://doi.org/10.3390/nu13041311>