

Efecto del nivel de cortisol en el rendimiento de la competencia real: Una revisión Sistemática.

Effect of cortisol level on real competition performance: A Systematic Review.

Amaya Aravena-Valderas¹, Constanza Brandt-Garcés¹, Nicolás Maldonado-Pacheco¹, Raúl Martínez-Martínez¹, Luis Painequeo-Sáez¹, Thiare Sandoval-Matamala¹

¹ Carrera de Pedagogía en Educación Física, Deportes y Recreación, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

Correspondencia: Thiare Sandoval-Matamala, Correo: t.sandoval03@ufromail.cl

Resumen:

Introducción: El cortisol, una hormona liberada en situaciones de estrés, tiene un impacto significativo en la ejecución atlética. Niveles elevados, asociados al estrés fisiológico y psicológico, pueden perjudicar el rendimiento durante competencias. **Objetivo:** Analizar las fluctuaciones de cortisol en competencias y su vínculo con los resultados deportivos. **Material y Método:** Se realizó una búsqueda sistemática de artículos entre 2019 y 2023 utilizando Pubmed, Web of Science y Scopus, resultando en 5,807 artículos, reducidos a 3 tras criterios de selección. **Resultados:** El impacto del cortisol difiere según la disciplina deportiva practicada por el atleta en cuestión. En deportes de combate, los niveles de cortisol tienen un efecto significativo en el rendimiento de los atletas. Esto se debe a que niveles elevados de cortisol antes del combate están vinculados a un bajo desempeño por parte del deportista y a un mayor riesgo de derrota en la pelea. En contraste, en deportes aeróbicos como la orientación, los niveles de cortisol antes de la competencia muestran poca variación; sin embargo, experimentan un notable aumento después de la carrera. **Conclusión:** Este aumento evidencia los altos niveles de estrés fisiológico y cognitivo asociados al cortisol en este contexto. Aunque este patrón no es constante, puede influir en el rendimiento dependiendo directamente de la capacidad del atleta para tolerar el estrés.

Palabras Clave: Nivel de cortisol; Rendimiento; Cortisol salival; Cortisol en sangre; Competencia real; Atletas.

Abstract:

Introduction: Cortisol, a hormone released in stressful situations, has a significant impact on athletic performance. Elevated levels, associated with physiological and psychological stress, can impair performance during competitions. **Objective:** To analyze cortisol fluctuations in competitions and their link to athletic performance. **Materials and Methods:** A systematic search of articles between 2019 and 2023 was conducted using PubMed, Web of Science, and Scopus, resulting in 5,807 articles, which were reduced to 3 after selection criteria were applied. **Results:** The impact of cortisol differs depending on the sport practiced by the athlete in question. In combat sports, cortisol levels have a significant effect on athletes' performance. This is because high cortisol levels before combat are linked to poor performance by the athlete and a higher risk of defeat in the fight. In contrast, in aerobic sports such as orienteering, cortisol levels before competition show little variation; however, they experience a notable increase after the race. **Conclusion:** This increase demonstrates the high levels of physiological and cognitive stress associated with cortisol in this context. Although this pattern is not constant, it can influence performance depending directly on the athlete's ability to tolerate stress.

Keywords: Cortisol; Levels of cortisol; Performance; Salivary cortisol; Blood cortisol; Real competition; Athletes.

Citación: Aravena, A.; Brandt, C.; Maldonado, N.; Martínez, R.; Painequeo, L.; Sandoval, T. (2024). *Efecto del nivel de cortisol en el rendimiento de la competencia real: Una revisión Sistemática*. Revista Educación Física y Calidad de Vida. 3 (1), 1-17.

Recibido: Noviembre 2023
Aceptado: Mayo 2024
Publicado: Julio 2024

INTRODUCCIÓN

Existe una variedad de hormonas que impactan en el rendimiento deportivo, tales como la del crecimiento, testosterona, estrógeno, insulina, tiroideas, antidiuréticas, cortisol, entre otros. Según (Delgado et al. (2022) el cortisol es una hormona esteroidea secretada por la corteza suprarrenal al torrente sanguíneo; realiza su función en los tejidos periféricos y regula una amplia gama de procesos corporales, entre ellos la intolerancia de la glucosa y reducción de la sensibilidad a la insulina. En diversos momentos se ha estudiado la relación entre nivel de cortisol asociado al desempeño deportivo durante una competencia.

Park et al. (2020) señala que el estrés fisiológico y psicológico del atleta, asociado a altos niveles de cortisol tendrían un impacto negativo en el rendimiento de los atletas. A su vez la testosterona y el cortisol cumplen roles antagónicos si los relacionamos con el desempeño deportivo, ya que el aumento en los niveles de cortisol se asocia directamente a la derrota o un mal desempeño y en su contra parte el aumento de los niveles de testosterona es directamente proporcional a la victoria o rendimiento óptimo del deportista (Aguilar et al., 2013). Frenkel et al. (2018), señala que, el estrés crónico y niveles persistentemente altos de cortisol se asocia con un rendimiento reducido en diversas áreas de la vida, lo cual puede tener consecuencias negativas para la salud y la seguridad. Este vínculo podría deberse a la disminución en la liberación de cortisol en respuesta a situaciones estresantes, lo que resulta en una menor capacidad para enfrentar el estrés y un rendimiento subóptimo.

La psicología del deporte ha tratado de estudiar los factores que afectan directamente a los deportistas (Yildiz et al., 2020). Cuando un deporte pasa de ser solo una actividad lúdica y recreativa a un trabajo altamente competitivo, el cuerpo está expuesto a enormes niveles de estrés (Honceriu et al., 2021). Según Casanova et al. (2019) un grupo con mejor desempeño individual en su primer partido ganado evidencia un disminuido nivel de cortisol en comparación a quienes perdieron, lo que sugiere la relación del cortisol con el rendimiento que obtiene el deportista en competencia. En la población de atletas profesionales los efectos de la competición están relacionados con riesgos y costos para la salud mental (Reardon et al., 2019).

En algunos deportistas, mayores niveles de estrés percibido significan mayor riesgo de sufrir una lesión; y un mayor nivel de competencia significa un mayor riesgo de lesiones (Reyes-Gómez & Pérez-Farinós, 2020), esto va ligado directamente al tema investigado, ya que buscamos comprender el comportamiento del cortisol en una competencia real, y como afecta en el desempeño del atleta. Factores internos como externos, la temperatura, la programación de competiciones en horarios tardíos, niveles de ansiedad, la carga de entrenamiento, la rigidez corporal, la exposición a la tecnología, la anticipación antes de las competiciones y el estrés psicológico, entre otros, tienen el potencial de perturbar el rendimiento de los atletas (Halsen & Juliff, 2017).

El enfoque exclusivo en el periodo de competición no abarca la totalidad de la experiencia deportiva, porque los atletas pasan la mayor parte de su tiempo en sesiones de entrenamiento y preparación, así como en la fase de recuperación posterior a la competencia, también considerando que hay atletas que solo compiten una vez al año. Es debido a esto que es importante considerar cómo los niveles de cortisol fluctúan hasta llegar a la fase decisiva (competencia real). En resumen, la literatura actual carece de un enfoque específico que contemple la diversidad de deportes y todas las fases en la experiencia deportiva, lo que justifica la necesidad de futuras investigaciones que aborden estos aspectos.

Dado el contexto y los antecedentes presentados, el interés de la investigación se centra en comprender de qué manera afectan los niveles de cortisol en el desempeño del atleta durante una competencia real. El propósito principal de esta revisión sistemática es descubrir la relación entre la hormona cortisol de los deportistas al momento de participar en una competencia real. La comprensión de estos aspectos es esencial, ya que puede brindar información valiosa para mejorar el entrenamiento, la preparación mental y las estrategias de afrontamiento de los deportistas. En última instancia, esperamos que este estudio contribuya al avance del conocimiento en el ámbito deportivo y tenga aplicaciones prácticas en la mejora del rendimiento de los deportistas de alto rendimiento. De acuerdo a este contexto, el objetivo es analizar los niveles de esta hormona en dos momentos claves: durante la competencia real y posterior a la competencia. En cada uno de estos momentos se busca entender el efecto del cortisol en respuesta a la presión competitiva y si estas variaciones están vinculadas de alguna manera a los resultados obtenidos por los deportistas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Criterios de elegibilidad

Los estudios seleccionados fueron de carácter experimental de tipo correlacional y descriptivos, donde los sujetos se someten a intervención de competencia y medición de cortisol, teniendo como foco la competencia real de deportes individuales, las cuales tienen en común como estudio del cortisol y el rendimiento deportivo. Los criterios fueron: atletas adultos, adultos deportistas, deportistas de elite, que no consuman/posean antecedentes de sustancias prohibidas, no consumir medicamentos antiinflamatorios ni analgésicos antes y/o en el periodo de prueba, no contar con antecedentes de trastornos psicológicos ni se automedique. Por otra parte, la intervención corresponde a la realidad de competencia asociada a la comparación de control de cortisol de los deportistas en competencia y post competencia.

A continuación, se presenta el acrónimo PICO el cual responde a nuestra pregunta de investigación que tiene como base el cortisol y la competencia real para la posterior asociación y búsqueda:

- Participantes: atletas adultos, deportistas adultos.

- Intervención: competencia real, competición.
- Comparación: cortisol en competencia y post competencia deportiva.
- Outcoms/Resultados:
 - Primário: cambios de cortisol.
 - Secundário: desempeño deportivo.

Fuentes de información

En cuanto al abastecimiento de la información fue buscada y otorgada a través de las bases de datos Scopus, PubMed y WOS, la que se limitó según nuestras variables base cortisol, rendimiento y competencia (ALL), además nuestro acrónimo “PICO” (title/abstract, MeSH) tomando en cuenta desde 1 de enero 2019 hasta el 1 de septiembre 2023.

Estrategia de búsqueda

El método o estrategia implementado para la búsqueda de artículos inicia en PubMed, solo en idioma inglés. Se establecen términos asociados al acrónimo PICO/PECO en forma de title /abstract con sus respectivos términos MeSH como se muestra en la tabla 1. Esta búsqueda específica no nos arroja ningún tipo de resultado, por lo que se reduce la búsqueda en base a palabras claves, las cuales fueron atletas adultos, competencia y cortisol obteniendo cierto número de artículos (346) que al ser refinados en base al filtro de años (últimos 5años) nos arroja un total de 56 estudios.

Tabla 1. Acrónimo PICO/PECO

P	((Adult sportsmen[title/abstract] OR Adult athlete[title/abstract] OR "adult athlete"[MeSH]))
I	((Real competition[title/abstract] OR Competition[title/abstract] OR "Sport competition"[MeSH]))
C	((("Sport competition"[MeSH] OR Cortisol concentration[title/abstract] OR Cortisol levels[title/abstract] OR Cortisol secretion[title/abstract] AND Cortisol in competition[title/abstract] AND Post-competition cortisol[title/abstract]))
O	((("Cortisol"[MeSH] OR Cortisol[title/abstract] AND Performance [title/abstract]))

El proceso se ajusta a los buscadores Scopus y Web Of Science (WOS) utilizando sintaxis de búsquedas en base al acrónimo PICO/PECO sin considerar los términos MeSH, en los cuales posterior a la búsqueda inicial se le aplican los filtros señalados en los obteniendo para Scopus 25 resultados y WOS 1206.

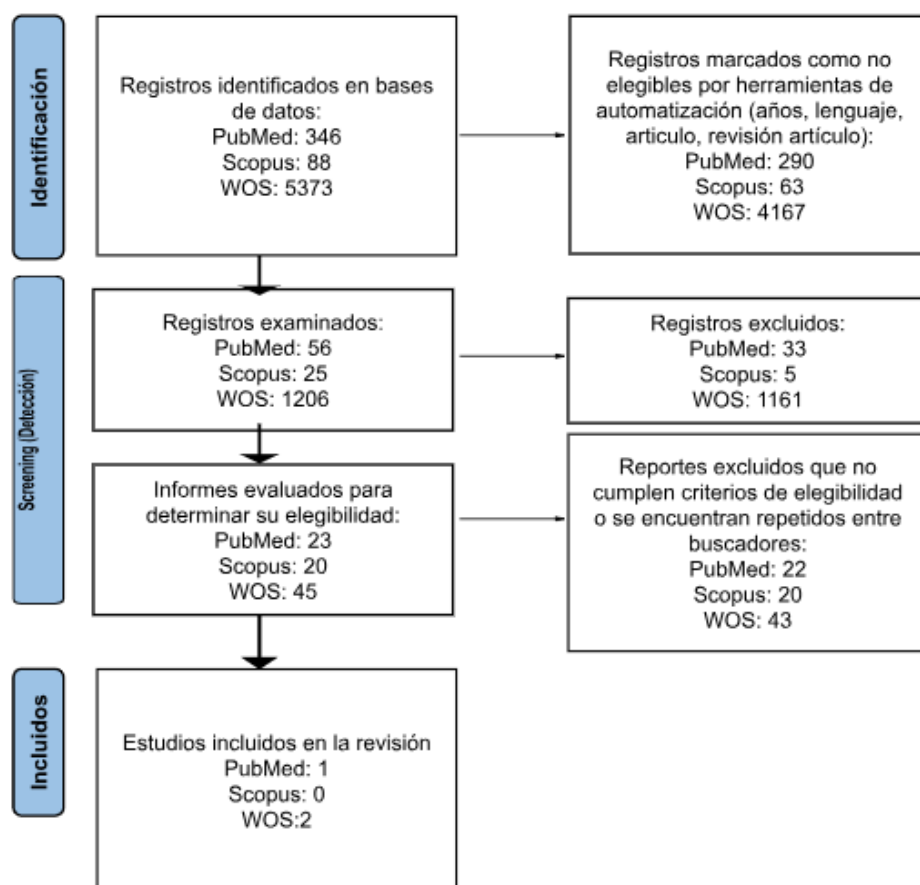
Proceso de selección

La selección de estudios pasa por la evaluación independiente de cuatro revisores en diversas etapas. En primer lugar, se revisaron los títulos obtenidos por la búsqueda sistemática mencionada, incluyendo los relacionados a cortisol, atletas adultos y competencia real a un registro de planilla simple. Posteriormente se revisaron los abstract asociados identificando si cumplían los criterios de búsqueda. Finalmente, los revisores procedieron a la lectura de texto completo, verificando y seleccionando de acuerdo a los criterios de inclusión de los estudios. Los acuerdos y desacuerdos se resolvieron según consenso de los revisores con la integración de un quinto revisor en caso llegar a consenso.

Proceso de recopilación de datos

De manera independiente dos revisores extrajeron los datos utilizando un formulario estandarizado específico para posteriormente comparar y determinar la coherencia, donde cada inconsistencia fue discutida y resuelta entre ellos, en caso de no llegar a acuerdo se agregó un tercer revisor para resolver. Se extrajo información general del estudio en base a título del estudio, abstract, autores, año de publicación, tipo de muestra de cortisol, concentración y momento de la medición de cortisol.

Diagrama de flujo o flujograma



Elementos (ítems) de datos

Los resultados compatibles con las dominios y criterios derivados del acrónimo PICO/PECO más el ajuste señalado en la estrategia de búsqueda en PubMed son:

PubMed

1.- Immune and Hormonal Response to High-intensity Exercise During Orienteering (2019).

Web of Science

1.- Cortisol, Temperament and Serotonin in Karate Combats: An Evolutionary Psychobiological Perspective (2021).

2.- Changes in the Hormonal Profile of Athletes following a Combat Sports Performance (2020).

Métodos de síntesis

El método implementado para la síntesis fue a través de una tabla la cual presenta diferentes dimensiones siendo estas: título, participantes, intervención, medición y resultados. Esta nos permitió contrastar la

información para su posterior revisión narrativa de los resultados donde se identificaron cambios en el cortisol del deportista en competencia en relación con el desempeño de este.

RESULTADOS

Selección de estudios

Cómo se puede observar en el diagrama de flujo, las primeras búsquedas en las bases de datos arrojaron un total de 5807 artículos. Después de esta búsqueda inicial, se aplicaron filtros relacionados con el año, el idioma, el tipo de artículo y la revisión de artículos, lo que llevó a descartar 4520 estudios y obtener un número de registros para examinar de 1287. De estos registros, se excluyeron 1199 debido a su falta de coherencia con el tema a tratar, lo que nos dejó un total de 88 informes para evaluar su elegibilidad. Finalmente, se analizaron estos informes de acuerdo con los criterios de elegibilidad y se eliminaron los estudios duplicados, descartando así 85 estudios y obteniendo un resultado final de 3 artículos. En cuanto a los estudios excluidos se desechan por motivos asociados a los criterios de elegibilidad, entre ellos los primeros en excluirse fueron los que correspondían a deportes colectivos o no se consideraban como deporte individual. Los segundos en excluirse fueron todos quienes no eran deportistas de elite adultos. En tercer lugar, se eliminaron quienes estaban expuestos a consumos de suplementos para la intervención. En cuarto lugar, se descartaron los estudios que no coincidían con la intervención o el tiempo de la medición de cortisol según los criterios de elegibilidad. En quinto lugar, se eliminan los estudios que no guardan relación con el propósito de la revisión. En sexto lugar se excluyeron los artículos que no se pudo tener libre acceso y además un artículo que evidencia el uso de un dispositivo externo que altera los resultados de la medición. Cabe destacar que durante todo el proceso se eliminaron de manera automática los estudios duplicados entre bases de datos, resultando un total de 85 estudios eliminados. El análisis final incluyó 225 atletas dispersos en diversas disciplinas individuales, correspondiente a 195 luchadores de distintas especialidades como: karate, taekwondo, lucha, sumo, 30 atletas de orientación. Todos participantes son mayores de edad, fueron intervenidos en competencia y medidos mediante la muestra de cortisol, ya sea salival o en sangre.

Tabla 2. Estudios incluidos

Autores	Participantes	Grupos	Intervención	Duración	Medición	Resultados de medición	Resultados del artículo
Ziemba et al., 2020	130 hombres polacos 4 deportistas olímpicos 44 medallistas internacionales 82 campeones nacionales	Grupo K: 24 karatecas Grupo T: 23 Taekwondistas Grupo JWS: 81 entre judo, lucha y sumo.	Combate real según la disciplina (Karate, Taekwondo, Judo, Lucha libre o Sumo.	No se especifica .	La medición se realizó a través de la vena antecubital, realizando 2 muestras, una antes del combate y la segunda muestra lo más rápido posible después de la finalización.	Grupo K previo a la competencia: 114.5 ± 1.9 ng/ml, posterior a la competencia: 209.1 ± 24.2 ng/ml (Δ 94.6 $\pm$ 20.2 ng/ml). Grupo T antes de la competencia: 106.3 ± 10.9 ng/ml, después de la competencia 202.4 ± 19.8 ng/ml, Y el Grupo JWS pre competencia: 90 ± 5.3 ng/ml y post competencia: 152.4 ± 5.5 ng/ml (Δ 61.2 $\pm$ 5.2).	La medición indicó que los grupos K y T se comportaron de manera similar, en donde las concentraciones de cortisol aumentaban significativamente posterior al combate, en comparación con el grupo JWS que no tuvo diferencias significativas en los niveles de cortisol pre y post combate.
Ponzi et al., 2021	65 luchadores de karate masculinos, entre los 18 y los 44 años (M = 28.35, SD = 7.18).	Se asignaron parejas simétricas, emparejados por peso y habilidad técnica. Se segmenta el grupo en 2 (ganadores y perdedores).	Sesión de “Kumite” realizada en un dojo neutral entre la pareja.	3 minutos máximos.	Se recogió una muestra de saliva 10 minutos y 10 minutos después de la sesión de Kumite.	Cortisol previo de los ganadores: 103.26 ± 72.22 . Cortisol previo de los perdedores: 441.16 ± 357.74 . Cortisol post competencia de los ganadores: 175.19 ± 101.98 . Cortisol posterior a la competencia: 245.69 ± 148.62 .	Se encontró que los atletas perdedores poseían niveles generales de cortisol más altos que los ganadores. Esta diferencia parece estar impulsada por niveles más altos de cortisol antes de la competencia en aquellos que perdieron el combate.
Araujo et al., 2019	30 atletas brasileños masculinos de la categoría élite, edad promedio de 25 ± 3 años.	30 atletas brasileños fueron evaluados en conjunto.	Carrera de orientación, 12 km de ruta	90 minutos prometio.	Muestras de cortisol en sangre extraídas con el método sportomics, en la mañana, inmediatamente antes del inicio de la competición y la última muestra inmediatamente después del término de la carrera.	Los datos señalan que previo a la competencia los niveles de cortisol generales eran de 450 nmol/L en promedio, y que al finalizar la carrera la concentración de cortisol supera los 1350 nmol/L.	Se pudo demostrar un aumento significativo en los niveles de cortisol, que impactó en la toma de decisiones de los atletas debido a factores estresores, lo que afectó el rendimiento durante la carrera en cuestión.

Características de los estudios

Las características de los presentes estudios se dividen en 2, deportes de combate y deporte aeróbico. En la primera categoría tenemos el artículo de Ziemba et al. (2020) en donde se analizó el cortisol en sangre de 130 deportistas de élite de Polonia, los cuales se segmentan en 3 grupos. Los grupos K (karate) y T (taekwondo), se comportan de manera similar aumentando de manera significativa los niveles de cortisol posterior al combate. En cambio, el grupo JWS (judo, lucha y sumo) es estadísticamente distinto a su contraparte manteniendo bajo los niveles de cortisol y no presentando alzas significativas posterior al combate. Siguiendo la misma línea de deportes de oposición de contacto, Ponzi et al. (2021) divide 65 deportistas en parejas, para que se enfrenten en una sesión de Kumite (Karate), cuya duración máxima es de 3 minutos, dividiendo así a los atletas en 2 grupos: ganadores y perdedores, en conclusión, se desarrolla que los perdedores

presentan niveles significativamente elevados de cortisol salival previo al combate en comparación con los karatecas que ganaban el combate, estableciendo la relación de un nivel de cortisol salival alto a un posible bajo rendimiento por parte del deportista. Contrariamente en el deporte aeróbico, Costa et al. (2019) señala que, en una competición de orientación, deporte similar al cross country, los niveles de cortisol en sangre se elevaban sustancialmente posterior a la carrera, considerando el estrés tanto fisiológico como cognitivo durante la competencia, cabe destacar que el promedio de tiempo de la carrera de 12 kilómetros es de 90 minutos.

DISCUSIÓN

Según Ziemba et al. (2020), los niveles de cortisol previo al combate aumentan significativamente en la mayoría de los atletas. También los atletas que perdían su pelea tenían niveles generales más altos de cortisol en comparación con los ganadores. Esta diferencia parece estar impulsada por los niveles más altos de cortisol antes de la competencia en aquellos que perdieron la pelea (Ponzi et al., 2021). Sorpresivamente, esta situación de aumento en los niveles de cortisol previos a la competencia, se ven extrapolados en deportistas de orientación, un deporte que se basa en recorrer, con ayuda de un mapa y una brújula un territorio desconocido, dentro de este contexto los atletas de orientación comienzan con niveles de cortisol bajos, y a medida que avanza la competencia estos niveles se ven afectados aumentando significativamente (Costa et al., 2019).

El nivel de cortisol es un buen indicador de la adaptación de una persona al ejercicio (Ziemba et al., 2020), teniendo en cuenta que el deporte competitivo se correlaciona directamente con un agente estresor para el atleta, estos niveles fluctúan dependiendo de la disciplina que desarrolla la persona y la calidad del entrenamiento individual. Las elevaciones extremas de cortisol pueden provocar una disminución grave de la capacidad de respuesta inmune después del esfuerzo físico, durante los períodos de recuperación, lo que afectaría de manera negativa la competitividad del deportista (García de Oliveira, et al., 2020).

Las competencias en deportes individuales abarcan una amplia variedad de habilidades tanto físicas, como psicológicas. Aspectos como la velocidad, precisión, resistencia, y concentración son fundamentales, pero la relación entre los niveles de cortisol y rendimiento deportivo agrega una capa adicional de complejidad. El equilibrio hormonal es esencial, ya que niveles elevados de cortisol pueden impactar negativamente en la capacidad de toma de decisiones y concentración en una competencia, es esencial comprender que el cortisol está asociado de manera negativa al estrés y la ansiedad, factores psicoemocionales que influyen de mala manera en el deportista a la hora de competir. En las competencias de combate, los niveles de cortisol juegan un papel vital, ya que la intensidad emocional y física puede desencadenar un aumento significativo de esta hormona dado a una superposición de ambos factores, relacionadas con la pelea. La agresión comprende la agresividad y la ira, esta última se manifiesta al sentirse herido por una acción deliberada contra nosotros, y

la agresividad es la disposición a responder a una situación con agresión (Ziemba et al., 2020), no tener un control de esta situación supone una baja en el rendimiento táctico. En cambio, en el deporte de orientación, la gestión del estrés se vincula con mayores niveles de cortisol, ya que navegar en terrenos desconocidos genera un incremento significativo en los niveles de esta hormona, afectando la toma de decisiones y la orientación. La adaptabilidad emocional y la capacidad de mantener niveles de cortisol en un rango óptimo son esenciales para un rendimiento positivo.

Consecuentemente, se presenta la necesidad de indagar de manera exhaustiva el efecto del cortisol en atletas femeninas, la gran parte de la literatura está asociada a deportistas varones, lo que genera gran controversia debido a este vacío en la literatura. Además, cabe señalar la carencia de estudios en atletas chilenos, deportes colectivos, deportes emergentes y deportes no convencionales. Se sugiere aumentar la indagación de este tema para futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta revisión narrativa fue analizar el efecto del cortisol en el rendimiento deportivo en atletas adultos, concluyendo que el efecto del cortisol varía dependiendo de la disciplina que desarrolla el deportista en cuestión, en deportes de combate los niveles de cortisol afectan significativamente el rendimiento en los atletas, debido a que altos niveles de cortisol previo al combate se asocia a un bajo rendimiento por parte del deportista y a una derrota en la pelea. Por otra parte, en deportes aeróbicos como la orientación, los niveles de cortisol previos a la competencia no varían, y estos niveles aumentan significativamente posterior a la carrera, demostrando los grandes niveles de estrés fisiológico y cognitivo a los que está asociado el cortisol. Si bien no es un comportamiento fijo, es susceptible a que el rendimiento dependa directamente de la tolerancia al estrés que tenga el atleta.

CONFLICTOS DE INTERÉS: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Abate, M., Pellegrino, R., Di Iorio, A., & Salini, V. (2023). Oxidative stress and performance after training in professional soccer (european football) players. *Antioxidants*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/antiox12071470>
- Aguilar, R., Jiménez, M., & Alvero-Cruz, J. R. (2013). Testosterone, cortisol and anxiety in elite field hockey players. *Physiology & Behavior*, 119, 38-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.043>
- Araujo, N. C., Neto, A. M. M., Fujimori, M., Bortolini, M. S., Justino, A. B., Honorio-França, A. C., & Luzia França, E. (2019). Immune and hormonal response to high-intensity exercise during orienteering. *International Journal of Sports Medicine*, 40(12), 768-773. <https://doi.org/10.1055/a-0970-9064>
- Balite, P. H. M., Manalo, M. J. A., & Pagaduan, J. (2022). Psychophysiological responses to competition among university swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 17(4), 796-801. <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.174.07>
- Birdsey, L. P., Weston, M., Russell, M., Johnston, M., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2019). Neuromuscular, physiological and perceptual responses to an elite netball tournament. *Journal of Sports Sciences*, 37(19), 2169-2174. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1625613>
- Boat, R., Sunderland, C., & Cooper, S. B. (2021). Detrimental effects of prior self-control exertion on subsequent sporting skill performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(10), 1971-1980. <https://doi.org/10.1111/sms.14011>
- Bozzini, B. N., McFadden, B. A., Elliott-Sale, K. J., Swinton, P. A., & Arent, S. M. (2021). Evaluating the effects of oral contraceptive use on biomarkers and body composition during a competitive season in collegiate female soccer players. *Journal of Applied Physiology*, 130(6), 1971-1982. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00818.2020>
- Brown, D. J., Arnold, R., Standage, M., Turner, J. E., & Fletcher, D. (2021). The prediction of thriving in elite sport: A prospective examination of the role of psychological need satisfaction, challenge appraisal, and salivary biomarkers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(4), 373-379. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.09.019>
- Casanova, N., Travassos, B., Ferreira, S., Garrido, N., & Costa, A. (2019). Concentration of salivary cortisol and testosterone in elite women football players: analysis of performance in official matches. *Kinesiology*, 52, 1-9. <https://doi.org/10.26582/k.52.1.1>
- Chou, C. C., Wang, F. T., Wu, H. H., Tsai, S. C., Chen, C. Y., Bernard, J. R., . . . Liao, Y. H. (2021). The competitive season and off-season: Preliminary research concerning the sport-specific performance, stress, and sleep in elite male adolescent basketball athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph182413259>
- Cintineo, H. P., & Arent, S. M. (2019). Anticipatory salivary cortisol and state anxiety before competition predict match outcome in division I Collegiate Wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 2905-2908. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003376>
- Costa, Y., Domingos-Gomes, J., Lautenbach, F., Hayes, L., Nakamura, F., Lima, J., . . . Batista, G. (2022). Salivary hormone concentrations and technical-tactical performance indicators in

- beach volleyball: Preliminary evidence. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.830185>
- Crewther, B. T., Hecht, M., Potts, N., Kilduff, L. P., Drawer, S., Marshall, E., & Cook, C. J. (2020). A longitudinal investigation of bidirectional and time-dependent interrelationships between testosterone and training motivation in an elite rugby environment. *Hormones and Behavior*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2020.104866>
- Crewther, B. T., Potts, N., Kilduff, L. P., Drawer, S., & Cook, C. J. (2020). Performance indicators during international rugby union matches are influenced by a combination of physiological and contextual variables. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(4), 396-402. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.011>
- Córdova, A., Mielgo-Ayuso, J., Fernandez-Lazaro, C. I., Caballero-García, A., Roche, E., & Fernández-Lázaro, D. (2019). Effect of iron supplementation on the modulation of iron metabolism, muscle damage biomarkers and cortisol in professional cyclists. *Nutrients*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/nu11030500>
- Córdova, A., Mielgo-Ayuso, J., Fernandez-Lázaro, D., Roche, E., & Caballero-García, A. (2019). Impact of magnesium supplementation in muscle damage of professional cyclists competing in a stage race. *Nutrients*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/nu11081927>
- de Oliveira, L. F. G., Souza-Junior, T. P., Fecho, J. J., Gomes-Santos, J. A. F., Sampaio, R. C., Vardaris, C. V., . . . de Barros, M. P. (2022). Uric acid and cortisol levels in plasma correlate with pre-competition anxiety in novice athletes of combat sports. *Brain Sciences*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/brainsci12060712>
- Delgado Mendoza, R. F., Aguayo Palma, D. J., & Valero Cedeño, N. J. (2022). Cortisol y metabolismo glucídico en adultos. *Enfermería Investiga*, 7(4), 68 - 73. <https://doi.org/10.31243/ei.uta.v7i4.1870.2022>
- Duarte, T. S., de Faria, B. S. H., Werneck, F. Z., Toledo, H. C., Miloski, B., Lemos, L. M., & Filho, M. G. B. (2023). Psychophysiological responses during the microcycle with the start of the national championship: A case study of a volleyball team. *Apunts Sports Medicine*, 58(220). <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2023.100422>
- Edwards, D. A., & Turan, B. (2020). Within-person coupling of estradiol, testosterone, and cortisol in women athletes. *PeerJ*, 2020(1), 1-16. <https://doi.org/10.7717/peerj.8402>
- Ferlazzo, N., Currò, M., Saija, C., Naccari, F., Ientile, R., Di Mauro, D., . . . Caccamo, D. (2021). Saliva testing as noninvasive way for monitoring exercise-dependent response in teenage elite water polo players A cohort study. *Medicine*, 100(46). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027847>
- Frenkel, M. O., Heck, R.-B., & Plessner, H. (2018). Cortisol and behavioral reaction of low and high sensation seekers differ in responding to a sport-specific stressor. *Anxiety, Stress, & Coping*, 31(5), 580-593. <https://doi.org/10.1080/10615806.2018.1498277>
- Giacon, T. A., Bosco, G., Vezzoli, A., Dellanoce, C., Cialoni, D., Paganini, M., & Mrakic-Sposta, S. (2022). Oxidative stress and motion sickness in one crew during competitive offshore sailing. *Scientific reports*, 12(1), 1142. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05219-6>
- Hackney, A. C., & Hooper, D. R. (2019). Low testosterone: Androgen deficiency, endurance exercise training, and competitive performance. *Physiology International*, 106(4), 379-389. <https://doi.org/10.1556/2060.106.2019.30>

- Halsen, S. L., & Juliff, L. E. (2017). Sleep, sport, and the brain. In M. R. Wilson, V. Walsh, & B. Parkin (Eds.), *Sport and The Brain: The Science of Preparing, Enduring and Winning, PT B* (Vol. 234, pp. 13-31). <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.06.006>
- Honceriu, C., Curpan, A. S., Ciobica, A., Trus, C., & Timofte, D. (2021). Connections between different sports and ergogenic aids-focusing on salivary cortisol and amylase. *Medicina-Lithuania*, 57(8). <https://doi.org/10.3390/medicina57080753>
- Invernizzi, P. L., Trecroci, A., Scurati, R., Signorini, G., Formenti, D., Bosio, A., . . . Benedini, S. (2023). Acute effects of a combat sport environment on self-control and pain perception inhibition: A preliminary study in a new ecological framework. *Sustainability*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/su15108418>
- Janikowska, G., Kochanska-Dziurawicz, A., Pokora, I., & Zebrowska, A. (2020). Circulating inflammatory biomarkers and endocrine responses to exercise in female soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 73(1), 73-82. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0005>
- Jiménez, M., Alvero-Cruz, J. R., Solla, J., García-Bastida, J., García-Coll, V., Rivilla, I., . . . Clemente-Suárez, V. J. (2020). Competition seriousness and competition level Modulate testosterone and cortisol responses in soccer players. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010350>
- Kayacan, Y., Derebasi, D. G., Ucar, C., Ozgocer, T., & Yildiz, S. (2022). The hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity in archers: cortisol release, stress, anxiety and success. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62(1), 139-148. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.21.11811-0>
- La Fratta, I., Franceschelli, S., Speranza, L., Patruno, A., Michetti, C., D'Ercole, P., . . . Pesce, M. (2021). Salivary oxytocin, cognitive anxiety and self-confidence in pre-competition athletes. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96392-7>
- Landram, M. J., Koch, A. J., & Mayhew, J. L. (2020). Salivary stress hormone response and performance in full competition after linear or undulating periodization training in elite powerlifters. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(1), 152-159. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.19.09977-8>
- Lee, J. K., Park, J. K., Kim, H., Kang, J. Y., Park, J. Y., Do, S. H., & Ahn, R. S. (2020). Association of the HPA axis response to upcoming competition and shooting outcomes in elite junior shooting players. *Stress*, 23(2), 153-161. <https://doi.org/10.1080/10253890.2019.1660871>
- Li, X. H., & Wang, H. Y. (2023). Improvement of swimmers' physical coordination based on anaerobic endurance training. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0311
- MacDonald, D., & Wetherell, M. A. (2019). Competition Stress Leads to a Blunting of the Cortisol Awakening Response in Elite Rowers. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01684>
- Malcolm, R., Cooper, S., Folland, J. P., Tyler, C. J., & Sunderland, C. (2022). The influence of a competitive field hockey match on cognitive function. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.829924>
- Mariscal, G., Vera, P., Platero, J. L., Bodí, F., de la Rubia Ortí, J. E., & Barrios, C. (2019). Changes in different salivary biomarkers related to physiologic stress in elite handball players: The case of females. *Scientific Reports*, 9(1), 19554. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56090-x>

- McGuire, A., Warrington, G., & Doyle, L. (2023). Prevalence of low energy availability and associations with seasonal changes in salivary hormones and IgA in elite male gaelic footballers. *European Journal of Nutrition*, 62(4), 1809-1820. <https://doi.org/10.1007/s00394-023-03112-0>
- Mehrsafar, A. H., Strahler, J., Gazerani, P., Khabiri, M., Sánchez, J. C. J., Moosakhani, A., & Zadeh, A. M. (2019). The effects of mindfulness training on competition-induced anxiety and salivary stress markers in elite Wushu athletes: A pilot study. *Physiology and Behavior*, 210. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112655>
- Michalczyk, M. M., Chycki, J., Zajac, A., Maszczyk, A., Zydek, G., & Langfort, J. (2019). Anaerobic performance after a low-carbohydrate diet (LCD) followed by 7 days of carbohydrate loading in male basketball players. *Nutrients*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/nu11040778>
- Michalczyk, M. M., Golas, 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). <https://doi.org/10.3390/nu12051311>
- Minuzzi, L. G., Rama, L., Chupel, M. U., Rosado, F., Kuga, G. K., Gaspar, R. C., . . . Teixeira, A. M. (2019). Immune-endocrine responses and physical performance of master athletes during the sports season. *Journal of Cellular Biochemistry*, 120(4), 5551-5557. <https://doi.org/10.1002/jcb.27839>
- Miyamoto, M., & Shibuya, K. (2023). Exploring the relationship between nutritional intake and menstrual cycle in elite female athletes. *PeerJ*, 11. <https://doi.org/10.7717/peerj.16108>
- Morgans, R., Orme, P., Bezuglov, E., Di Michele, R., & Moreira, A. (2022). The immunological and hormonal responses to competitive match-play in elite soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18). <https://doi.org/10.3390/ijerph191811784>
- Park, S. H., Park, I. H., Lim, S. T., & Lee, E. (2020). Changes in psychological anxiety and physiological stress hormones in korea national shooters. *Brain Sciences*, 10(12), 1-9. <https://doi.org/10.3390/brainsci10120926>
- Philippe, K., Paillard, T., Maurelli, O., Moody, J., & Prioux, J. (2022). Effects of an offshore sailing competition on anthropometry, muscular performance, subjective wellness, and salivary cortisol in professional sailors. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(8), 1205-1212. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0575>
- Pilch, W., Zychowska, M., Piotrowska, A., Czerwinska-Ledwig, O., Mikul'áková, W., & Sadowska-Krepa, E. (2022). Effects of elevated body temperature on selected physiological indices and thermal stress in athletes and non-athletes. *Journal of Human Kinetics*, 84(1), 112-123. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0131>
- Ponzi, D., Dadomo, H., Filonzi, L., Palanza, P., Pelosi, A., Ceresini, G., . . . Marzano, F. N. (2022). Cortisol, temperament and serotonin in karate combats: An evolutionary psychobiological perspective. *Adaptive Human Behavior and Physiology*, 8(1), 10-27. <https://doi.org/10.1007/s40750-021-00178-0>
- Pourhassan, J., Sarginson, J., Hitzl, W., & Richter, K. (2023). Cognitive function in soccer athletes determined by sleep disruption and self-reported health, yet not by decision-reinvestment. *Frontiers in Neurology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.872761>

- Pumpa, K. L., McKune, A. J., & Harnett, J. (2019). A novel role of probiotics in improving host defence of elite rugby union athlete: A double blind randomised controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 876-881. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.03.013>
- Páez, L. C., & Martínez-Díaz, I. C. (2021). Training vs. Competition in sport: State anxiety and response of stress hormones in young swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 80(1), 103-112. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0087>
- Ramírez-López, C., Till, K., Sawczuk, T., Giuliano, P., Peeters, A., Beasley, G., . . . Jones, B. (2020). A multi-nation examination of the fatigue and recovery time course during the inaugural under-18 Six Nations rugby union competition. *Journal of Sports Sciences*, 38(6), 644-651. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1722589>
- Reardon, C. L., Hainline, B., Aron, C. M., Baron, D., Baum, A. L., Bindra, A., . . . Engebretsen, L. (2019). Mental health in elite athletes: International Olympic Committee consensus statement (2019). *British Journal of Sports Medicine*, 53(11), 667-699. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100715>
- Reyes-Gómez, G., & Pérez-Farinós, N. (2020). Influence of stress in the origin of injuries in competitive volleyball. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(3), 131-142. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020v9i3.10512>
- Ribeiro, B. L. L., Galvao-Coelho, N. L., Almeida, R. N., Lima, G. Z. D., Fortes, L. D., & Mortatti, A. L. (2022). Analysis of stress tolerance, competitive-anxiety, heart rate variability and salivary cortisol during successive matches in male futsal players. *BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00582-3>
- Rosa, J. P. P., Silva, A., Rodrigues, D. F., Menslin, R., Araújo, L. T., Vital, R., . . . de Mello, M. T. (2020). Association between hormonal status, stress, recovery, and motivation of paralympic swimmers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(4), 652-661. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1696929>
- Röhling, M., McCarthy, D., & Berg, A. (2021). Continuous protein supplementation reduces acute exercise-induced stress markers in athletes performing marathon. *Nutrients*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/nu13092929>
- Saeed, I., Salih, A. A., & Abdulkareem, S. M. (2023). Comparison of cortisol and some physiological biomarkers among athletes following a basketball sports performance. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 22, S125-S133. <https://doi.org/10.3329/bjms.v22i20.66320>
- Saidi, K., Ben Abderrahman, A., Boullosa, D., Dupont, G., Hackney, A. C., Bideau, B., . . . Zouhal, H. (2020). The interplay between plasma hormonal concentrations, physical fitness, workload and mood state changes to periods of congested match play in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00835>
- Schmidt, S. C. E., Gnam, J. P., Kopf, M., Rathgeber, T., & Woll, A. (2020). The influence of cortisol, flow, and anxiety on performance in E-Sports: A field study. *Biomed Research International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9651245>
- Schoenfeld, B. J., Androulakis-Korakakis, P., Piñero, A., Burke, R., Coleman, M., Mohan, A. E., . . . Helms, E. (2023). Alterations in measures of body composition, neuromuscular performance, hormonal levels, physiological adaptations, and psychometric outcomes during preparation for physique competition: A systematic review of case studies. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/jfmk8020059>

- Shi, R., Zhang, J., Fang, B., Tian, X., Feng, Y., Cheng, Z., . . . Wu, J. (2020). Runners' metabolomic changes following marathon. *Nutrition & Metabolism*, 17, 19. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00436-0>
- Solana-Tramunt, M., Buscà, B., Morales, J., Miró, A., Aguilera-Castells, J., & Arboix-Alió, J. (2020). Effects of wearing a jaw-repositioning intra-oral device in synchronized swimming athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 41(12), 839-845. <https://doi.org/10.1055/a-1179-5806>
- Stenqvist, T. B., Torstveit, M. K., Faber, J., & Melin, A. K. (2020). Impact of a 4-week intensified endurance training intervention on markers of relative energy deficiency in sport (RED-S) and performance among well-trained male cyclists. *Frontiers in Endocrinology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.512365>
- Stephenson, B., Leicht, C. A., Tolfrey, K., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2019). A multifactorial assessment of elite paratriathletes' response to 2 weeks of intensified training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(7), 911-917. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0838>
- Strahler, J., & Luft, C. (2019). "N-of-1" — Study: A concept of acute and chronic stress research using the example of ballroom dancing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29(7), 1040-1049. <https://doi.org/10.1111/sms.13417>
- Tarkhan, A. H., Anwardeen, N. R., Sellami, M., Donati, F., Botre, F., de la Torre, X., & Elrayess, M. A. (2022). Comparing metabolic profiles between female endurance athletes and non-athletes reveals differences in androgen and corticosteroid levels. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2022.106081>
- Tartar, J. L., Cabrera, D., Knafo, S., Thomas, J. D., Antonio, J., & Peacock, C. A. (2020). The "warrior" comt val/met genotype occurs in greater frequencies in mixed martial arts fighters relative to controls. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(1), 38-42.
- Tianlong, D., & Sim, Y. J. (2019). Effects of different recovery methods on postboxing sparring fatigue substances and stress hormones. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(2), 258-263. <https://doi.org/10.12965/jer.1938050.025>
- Tota, Ł., Piotrowska, A., Pałka, T., Morawska, M., Mikuřáková, W., Mucha, D., . . . Pilch, W. (2019). Muscle and intestinal damage in triathletes. *PLoS One*, 14(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210651>
- Uchida, M., Suga, T., Terada, M., & Isaka, T. (2022). A pilot study: The relationship between salivary MCP-1 and IgA, and exercise performance in long-distance runners and sprinters. *BMC Research Notes*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-022-05989-2>
- Vaamonde, D., García-Manso, J. M., Algar-Santacruz, C., Abbasi, A., Sarmiento, S., & Valverde-Esteve, T. (2022). Behaviour of salivary testosterone and cortisol in men during an Ironman Triathlon. *European Journal of Sport Science*, 22(9), 1335-1342. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1955011>
- Wang, J. P., Wei, C. C., Peng, Y. D., Wang, H. Y., Hung, C. H., Hong, Y. H., . . . Hou, C. W. (2022). Dose caffeinated energy drink is a consideration issue for endurance performance. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.999811>
- Wang, X. D., & Zhao, L. Q. (2023). Adaptive responses of cardiorespiratory system and hormonal parameters to individualized high-intensity interval training using anaerobic power reserve in well-trained rowers. *Frontiers in Physiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1177108>

- Wei, L., Li, L., Cun, Y. L., Yuan, H. B., Zhang, Y., & Deng, Y. Z. (2023). Can yoga pranayama practices improve burnout in elite mountain bikers: A single-arm pilot study. *International Journal of Yoga*, 16(1), 49-55. https://doi.org/10.4103/ijoy.ijoy_184_22
- Yildiz, M., Efek, E., & Onturk, Y. (2020). The investigation of basic psychological needs of referees actively working in different branches. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 9(5), 115-122. <https://hdl.handle.net/20.500.12809/493>
- Zawieja, E., Durkalec-Michalski, K., Sadowski, M., Glowka, N., & Chmurzynska, A. (2023). Betaine supplementation improves crossFit performance and increases testosterone levels, but has no influence on Wingate power: randomized crossover trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2231411>
- Ziemba, A., Adamczyk, J. G., Barczak, A., Boguszewski, D., Kozacz, A., Dabrowski, J., . . . Zekanowski, C. (2020). Changes in the Hormonal Profile of Athletes following a Combat Sports Performance. *Biomed Research International*, 2020, Article 9684792. <https://doi.org/10.1155/2020/9684792>