

Revisión Bibliográfica

Adaptaciones Cardiovasculares generadas por la práctica del fútbol

Cardiovascular Adaptations Induced by Soccer Practice.

Santiago Martinez Piña

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.

Correspondencia: samartinezp@udca.edu.co

Recibido: diciembre 1 de 2024

Aceptado: diciembre 21 de 2024

Palabras Clave: Cardiovascular 1; Adaptación 2; Fútbol 3.

Keywords: Cardiovascular, adaptation, soccer.

RESUMEN

La práctica del fútbol a través del entrenamiento y la competencia podría significar múltiples adaptaciones, numerosas investigaciones han analizado el efecto de la práctica de este sobre el sistema cardiovascular. Por tanto, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión bibliográfica para analizar las adaptaciones cardiovasculares generadas en los diferentes niveles de fútbol. Se utilizaron criterios de elegibilidad, caracterización de fuentes de información y el procedimiento para la selección de estudios y extracción de datos. Se encontraron un total de 289 artículos, los cuales fueron examinados por un evaluador, una vez realizado este proceso se seleccionaron 29 artículos. Adicionalmente, se categorizaron cinco grupos de adaptaciones reportadas en las distintas investigaciones, los cuales fueron: la frecuencia cardiaca, variabilidad cardiaca, presión arterial, hipertrofia ventricular y aumento del volumen sistólico. Finalmente, tras la revisión bibliográfica de las investigaciones que estudian los efectos cardiovasculares derivados de la practica en los distintos niveles del futbol, resulta destacable mencionar que la practica en entrenamiento y competencia de futbol genera adaptaciones en las cinco variables significativas caracterizadas y mencionadas anteriormente.

ABSTRACT

The practice of soccer through training and competition may lead to multiple physiological adaptations. Numerous studies have analyzed the effects of soccer on the cardiovascular system. Therefore, the objective of this study was to conduct a literature review to examine cardiovascular adaptations across different levels of soccer. Eligibility criteria, source characterization, and procedures for study selection and data extraction were applied. A total of 289 articles were identified, of which 29 were selected following evaluation by a reviewer. Additionally, five categories of reported adaptations were identified across studies: heart rate, heart rate variability, blood pressure, ventricular hypertrophy, and increased stroke volume. In conclusion, after reviewing studies on the cardiovascular effects of soccer practice at various levels, it is noteworthy that both training and competition in soccer produce adaptations in the five significant variables identified above.

INTRODUCCIÓN

La práctica del deporte y la actividad física ha sido objeto de estudio de numerosas investigaciones en las últimas décadas debido a los efectos y/o adaptaciones que este puede generar en distintas modalidades deportivas. Recientemente se han realizado múltiples revisiones para analizar las adaptaciones cardíacas derivadas del entrenamiento y práctica del fútbol. (Tahir, Enver et al. 2015). Objeto de estas revisiones se ha comprendido que el entrenamiento y competencia produce beneficios cardiovasculares en variables relacionadas con la frecuencia cardíaca, variabilidad cardíaca, presión arterial, hipertrofia ventricular y aumento del volumen sistólico. (Milanovic et al., 2018).

Teniendo en cuenta que el fútbol es un deporte caracterizado por un requerimiento predominante del sistema

cardiovascular. Las adaptaciones generadas y los efectos que estas generan son los factores determinantes que afectan o benefician el rendimiento de un jugador en acciones propias del juego como pueden ser la resistencia, cambios de dirección, rendimiento aeróbico y tolerancia de la fatiga (Churchill, Timothy W et al. 2020). Como consecuencia de lo anteriormente descrito, el entrenamiento de las capacidades físicas en el fútbol se desarrolla en base a acciones específicas que se plantean a partir diferentes circunstancias competitivas, las cuales generan diferentes resultados en los futbolistas relacionados con las diversas demandas fisiológicas, con el fin de mejorar el rendimiento de los jugadores en competición (Skok, Gonzalo et al. 2017).

El resultado que se pretende obtener por medio del desarrollo de adaptaciones cardiovasculares derivadas del

entrenamiento y competencia del fútbol de cualquier nivel es el de mejorar las aptitudes específicas y requerimientos atléticos requeridos para la práctica de este. Para lograr este resultado, se pueden implementar diferentes métodos para el estímulo y desarrollo de las adaptaciones ya mencionadas como lo son: el entrenamiento aeróbico y el entrenamiento interválico de alta intensidad. Estas metodologías de entrenamiento han sido adoptadas con el objetivo final de lograr una mejora en el rendimiento y características de los jugadores en factores de adaptación relevantes como, por ejemplo: La Frecuencia Cardíaca y La Hipertrofia Ventricular. (Trejos-Montoya. et al. 2019).

A causa de los posibles efectos que un entrenamiento y competencia planificada podrían significar, numerosas investigaciones han analizado el efecto de las adaptaciones cardiovasculares sobre el rendimiento en los futbolistas (Hammami A. et al. 2016). Sin embargo, existen diferencias entre las adaptaciones que se generan, esto como consecuencia de la inclusión de diferentes poblaciones y programas. Por tanto, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión bibliográfica para analizar las adaptaciones cardiovasculares generadas en los diferentes niveles de fútbol.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo metodológico del presente artículo se usaron criterios de elegibilidad, fuentes de información, estrategias de búsqueda bibliográfica y extracción de datos. Los cuales se desarrollaron en el presente artículo de la siguiente forma:

Criterios de elegibilidad.

Los criterios de inclusión para la presente revisión fueron: i) estudios originales que analizaran adaptaciones cardiovasculares generadas en futbolistas; ii) que se detallaran o relacionaran dichas adaptaciones en el estudio; iii) llevados a cabo en los diferentes niveles y categorías presentes en el fútbol; iv) artículos con fecha de publicación posterior o igual al año 2018; v) publicados en revistas científicas de nivel Q1 a Q3; y vi) que estuvieran escritos en inglés o español. No se establecieron criterios de exclusión en relación con ubicación geográfica, género, programa de entrenamiento o nivel competitivo.

Fuentes de información y estrategias de búsqueda bibliográfica.

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en tres bases de datos: Pubmed, SportDiscus y Elsevier Science Direct. Las palabras utilizadas para la búsqueda fueron «soccer» «heart», «adaptations», «players», «cardiovascular» y «football», combinados

con los conectores «and» y «or». La fecha de finalización de la búsqueda fue el 4 de noviembre de 2024.

Selección de estudios y extracción de datos.

Se encontraron un total de 289 artículos, los cuales fueron examinados por un evaluador, una vez realizado este proceso

se seleccionaron 30 artículos por medio del proceso descrito en la Figura 1. Se realizó la agrupación en un documento en Microsoft Office Excel del grupo de programas Microsoft 365® (2024), teniendo en cuenta el resumen del objetivo general de los artículos, las adaptaciones generadas, la fecha de publicación, el título y finalmente los autores que realizaron la publicación.

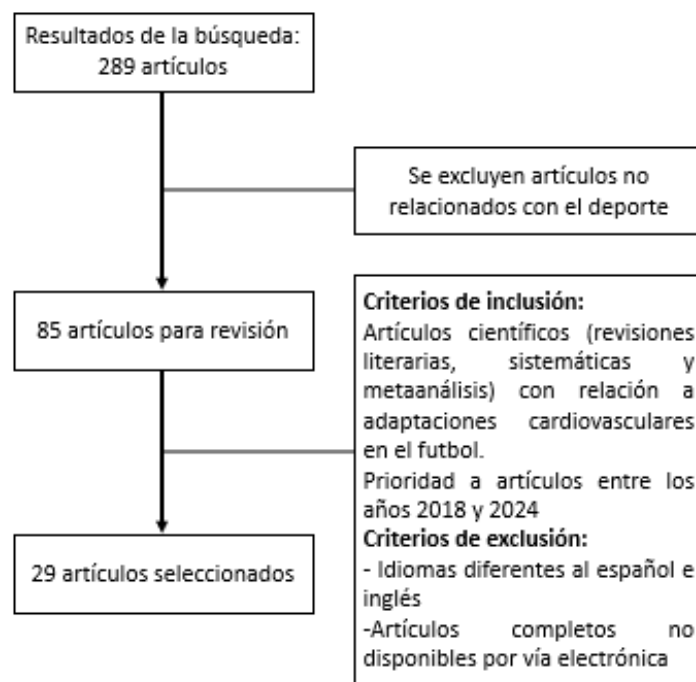


Figura 1. Diagrama de flujo de selección de artículos.

RESULTADOS

Caracterización de artículos.

Dentro de los artículos seleccionados se tomaron para la presente revisión artículos, sobre estudios médicos aleatorizados, estudios comparativos y revisiones

bibliográficas referentes a las adaptaciones cardiovasculares generadas por la práctica de fútbol. De igual forma, se realizó una caracterización de los artículos (Tabla 1) donde se especificaron título, autores, año de publicación, el objetivo de estudio y las adaptaciones obtenidas.

Tabla 1. Caracterización de artículos analizados.

Titulo		Autores	Año	Objetivo/Características	Adaptaciones Obtenidas
Superior cardiac mechanics without structural adaptations in pre-adolescent soccer players.		Beaumont, Alexander et al.	2020	Este estudio tuvo como objetivo evaluar la estructura, función y mecánica del ventrículo izquierdo en jugadores de fútbol preadolescentes altamente entrenados en comparación con controles de la misma edad y sexo.	Mecánica cardíaca aumentada con mayores tensiones circunferenciales, torsión y alargamiento diastólico más rápido
The effect of long-term soccer training on left ventricular structure and function in elite male youth soccer players.		Unnithan, Viswanath B et al.	2024	Los objetivos del estudio fueron evaluar el impacto de 3 años de entrenamiento de fútbol de élite sobre los cambios en la estructura y función del ventrículo izquierdo, en un grupo de jugadores de fútbol de altamente entrenados.	Disminuciones de la función sistólica que fueron indicativas de una reserva funcional para el ejercicio.
Cardiac Structure and Function in Elite Female and Male Soccer Players.		Churchill, Timothy W et al.	2020	Describir los hallazgos electrocardiográficos y ecocardiográficos en jugadores de fútbol estadounidenses de élite sanos.	Aumentos estructurales que responden a la remodelación inducida por el ejercicio, incluida la masa del ventrículo izquierdo, el volumen del VI y el grosor de la pared del VI.
Impact of the Result of Soccer Matches on the Heart Rate Variability of Women Soccer Players.		Ayuso-Moreno, Rosa et al.	2021	El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de un partido perdido y un partido ganado sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) postcompetitiva en deportistas semiprofesionales de fútbol femenino	El resultado de una competición de fútbol puede afectar significativamente a la variabilidad de la frecuencia cardíaca de las jugadoras de fútbol.
Cardiac Magnetic Resonance Assessment of		Barczuk-Falęcka,	2018	El objetivo del estudio fue analizar la adaptación cardíaca	Aumento del tamaño de la AI y el VD.

the Structural and Functional Cardiac Adaptations to Soccer Training in School-Aged Male Children.	Marzena et al.			al ejercicio en jugadores de fútbol preadolescentes.	
Differences in cardiac adaptation to exercise in male and female athletes assessed by noninvasive techniques: a state-of-the-art review	Lasocka-Koriat, Zofia et al.	2024		El objetivo de esta revisión fue comparar la adaptación cardíaca al ejercicio de resistencia en atletas masculinos y femeninos con el uso de exámenes electrocardiográficos.	Los atletas tienen en promedio un mayor grosor y dimensiones de la pared biventricular con una reducción leve concomitante de la función diastólica y sistólica
The effect of pitch dimensions and players' format on heart load and external load in semi-professional soccer players.	Papadopoulos, Efsthios et al.	2023		Evaluar el efecto de las dimensiones del campo y del formato de los jugadores sobre la carga cardíaca y la carga externa en futbolistas semiprofesionales.	La variación de las dimensiones del campo en entrenamiento muestra evidencia de un efecto en la frecuencia cardíaca máxima.
Effects of training on the heart rate variability of competitive soccer players: A systematic review with meta-analysis.	García-Ortega, Dolores et al.	2023		Esta revisión sistemática tuvo como objetivo examinar el impacto de las intervenciones de entrenamiento en las fluctuaciones de la VFC en jugadores de fútbol competitivos.	El entrenamiento centrado en el fútbol resultó en puntuaciones de VFC más altas
The effects of different small-sided games configurations on heart rate, rating of perceived exertion, and running demands in professional soccer players.	Gantois, Petrus et al.	2023		Analizar los efectos de diferentes configuraciones de juegos reducidos (SSG) sobre la frecuencia cardíaca (FC), la percepción del esfuerzo (RPE) y las demandas de carrera en jugadores de fútbol.	Una mayor demanda y adaptación en la FC y %FCmáx
Physical and Mental Fatigue Reduce Psychomotor Vigilance in Professional Football Players.	Angius, Luca et al.	2022		Investigar el efecto de la MF en la capacidad de sprint repetido (RSA) y los efectos tanto de la fatiga física como de la MF en la vigilancia psicomotora.	La frecuencia cardíaca y la calificación del esfuerzo percibido aumentaron significativamente, mientras que la velocidad de carrera y la

					oxigenación cerebral disminuyeron.
Effect of Skipping Rope Training on Resting Heart Rate and Cardiorespiratory Endurance Among Soccer Players.	Singh, Laishram and Santosh et al.	2022	El objetivo principal del presente estudio fue investigar el efecto del entrenamiento con cuerda de saltar sobre la frecuencia cardíaca en reposo y la resistencia cardiorrespiratoria entre los jugadores de fútbol.	Mejóro significativamente las variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca en reposo y las variables de aptitud motora como la resistencia cardiorrespiratoria de los jugadores de fútbol masculinos.	
Can heat conditions affect the heart rate responses, perception of effort, and technical performance of young male football players during small-sided games? a comparative study.	Kang, ZhiHui et al.	2024	Tuvo como objetivo investigar cómo la temperatura ambiental afecta las respuestas de frecuencia cardíaca, la percepción del esfuerzo y el rendimiento técnico en jugadores de fútbol masculinos jóvenes	Se observaron respuestas de frecuencia cardíaca significativamente más altas en la FC media a temperaturas superiores a 29 °C.	
Acute locomotor, heart rate and neuromuscular responses to added wearable resistance during soccer-specific training.	Brown, Matthew et al.	2024	Investigar las respuestas locomotoras agudas, internas (frecuencia cardíaca (FC) y calificaciones de esfuerzo percibido (RPE)) y neuromusculares al uso de carga de resistencia portátil para el entrenamiento específico de fútbol.	Frecuencia cardíaca media moderadamente inferior.	
The effect of a 2-week ischaemic preconditioning intervention on anaerobic performance in male academy football players: a randomized, single-blinded, SHAM-Controlled study.	Shannon, Eli Spencer et al.	2024	El objetivo de este estudio fue determinar si una intervención repetida de IPC de 2 semanas podría mejorar el rendimiento anaeróbico en jugadores de fútbol de academia masculinos.	Mejóro significativamente la FMD de la arteria femoral superficial y el aumento de la función endotelial.	

Effect of long-term soccer training on changes in cardiac function during exercise in elite youth soccer players.	Unnithan, Viswanath Balagopalan et al.	2022	Este estudio evaluó los cambios en la función del VI durante el ejercicio submáximo en un grupo de jugadores de fútbol masculinos altamente entrenados.	El estudio indicó que hubo evidencia de aumentos inducidos por el entrenamiento en la función ventricular izquierda.
Efectos Fisiológicos del Entrenamiento del HIIT en Futbolistas Jóvenes: Una Revisión Sistemática.	García-Muñoz, Jonatan et al.	2023	El objetivo de este trabajo fue descubrir los efectos fisiológicos del entrenamiento HIIT en jóvenes futbolistas.	Disminución de la frecuencia cardíaca.
Vascular function and hypotension effect sleep quality in female soccer players.	Perrotta, A.S. et al.	2024	Esta investigación examinó el efecto de la función cardiovascular y el estrés del ejercicio sobre la calidad del sueño en jugadoras de fútbol.	Se observaron asociaciones inversas significativas entre las puntuaciones globales del PSQI, la presión arterial media, la sistólica y la presión arterial diastólica.
Effect of heat stress on measures of running performance and heart rate responses during a competitive season in male soccer players.	Coker, Nicholas et al.	2020	Se evaluaron las medidas del rendimiento de carrera y las respuestas de la frecuencia cardíaca (FC) al juego de partidos durante 3 condiciones diferentes de estrés térmico.	Aumento de LIR y %HR $\geq$ 85.
Comparison of intermittent pneumatic compression and active recovery after sub-maximal aerobic exercise in collegiate soccer players: in relation with heart rate variability and heart rate recovery.	Rahman, Majid et al.	2022	El presente estudio tuvo como objetivo investigar el efecto de la compresión neumática intermitente y la recuperación de la frecuencia cardíaca, la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la presión arterial en jugadores de fútbol universitarios.	Las medidas de la variabilidad del ritmo cardíaco en el dominio del tiempo, el dominio de la frecuencia. Hubo un efecto significativo del tiempo para la presión arterial sistólica, mientras que la presión arterial diastólica mostró un efecto significativo del tiempo.
Relación entre perfiles dermatoglífico, morfofuncional y tensión arterial en futbolistas profesionales.	Ramírez Fonseca, Julián Andrés et al.	2022	El objetivo es determinar la relación entre el perfil dermatoglífico, los niveles de presión arterial, la composición corporal y la	Efectos beneficiosos sobre la presión arterial.

				fuerza explosiva en jugadores de fútbol.	
Relationship between heart rate variability and acute:chronic load ratio throughout a season in ncaa d1 men's soccer players.	Ekiguchi, Yasuki et al.	2021	El propósito de este estudio fue doble: (a) examinar la relación entre la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y las métricas de carga de entrenamiento (TL) basadas en la relación carga de trabajo aguda:crónica (ACWR).	ACWRST, ACWRPL y ACWRD fueron significativamente diferentes de ACWRPLM-ACWRST se encontró que predecía significativamente la HRV; un ACWRST más alto se asoció significativamente con una HRV más baja.	
Effects of Small-Sided Soccer Games on Physical Fitness, Physiological Responses, and Health Indices in Untrained Individuals and Clinical Populations: A Systematic Review.	Zouhal, Hassane et al.	2020	El objetivo de esta revisión sistemática fue resumir la evidencia reciente sobre los efectos agudos y a largo plazo de los SSSG en la aptitud física, las respuestas fisiológicas y los índices de salud en individuos sanos no entrenados y poblaciones clínicas	Tuvo efectos positivos a largo plazo en el consumo máximo de oxígeno (VO2max), la presión arterial, composición corporal y mejores índices de salud ósea, así como función cardíaca, índice de masa del ventrículo izquierdo, y fracción de eyección del ventrículo izquierdo	
Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Elite Ghanaian Male Soccer Players.	Pambo, Prince et al.	2021	Analizar el corazón del atleta de jugadores de fútbol de élite masculinos adultos y adolescentes mediante electrocardiografía (ECG) y ecocardiografía (ECO).	Hipertrofia ventricular izquierda. Un grosor de la pared ventricular izquierda. Una dimensión de la cavidad ventricular izquierda mayor de 60 mm. El grosor relativo de la pared >0,42 estaba presente en el 44% de los jugadores.	
Screening and comparison of elite male and female soccer players for ecg changes associated with sudden cardiac death.	SOORI, Rahman et al.	2021	El objetivo del artículo fue determinar las diferencias en los cambios en el ECG entre futbolistas de élite masculinos y femeninos y cómo se pueden utilizar los cambios en el ECG para predecir la posibilidad de MSC	Se encontró una diferencia significativa entre los géneros en la hipertrofia ventricular derecha,	

The influence of training status on right ventricular morphology and segmental strain in elite pre-adolescent soccer players.	Unnithan, Viswanath B. et al.	2021	El objetivo de este estudio fue comparar la estructura y la tensión del VD a lo largo del ciclo cardíaco y dentro de los segmentos individuales en jugadores de fútbol de élite (SP) y controles (CON).	El entrenamiento de fútbol tiene el potencial de aumentar el tamaño del ventrículo derecho en jugadores preadolescentes.
Electrocardiographic and Echocardiographic Findings in Ghanaian Female Soccer Players.	Pambo, Príncipe et al.	2021	Examinar el corazón de jugadoras de fútbol ghanesas adultas y adolescentes mediante electrocardiografía (ECG) y ecocardiografía (ECO), y describir los hallazgos típicos de ECG y ECO en una cohorte de jugadoras de fútbol de África occidental	Los jugadores tuvieron un espesor de pared del VI (LVWT) ≥ 12 mm.
15 weeks of soccer training increases left ventricular mass and improves indices of left ventricular diastolic function in previously sedentary, mildly hypertensive, middle-aged women	Sjúrðarson, Tórir et al.	2024	El objetivo investigar el impacto del entrenamiento de fútbol en las adaptaciones cardíacas en mujeres de mediana edad con hipertensión leve.	15 semanas de entrenamiento de fútbol aumentan la masa del ventrículo izquierdo y el diámetro de la aurícula izquierda y mejoran los índices de la función diastólica del ventrículo izquierdo.
Using Submaximal Exercise Heart Rate for Monitoring Cardiorespiratory Fitness Changes in Professional Soccer Players: A Replication Study.	Altmann, Stefan et al.	2021	Evaluar el valor de monitorear los cambios en la condición física en jugadores de fútbol profesional.	Cambios del 4,5 % en la frecuencia cardíaca a 12 km/h que son indicativos de cambios sustanciales reales en la aptitud física, con una precisión del 60 % al 78 %.
Verbal Encouragement Improves Game Intensity, Technical Aspects, and Psychological Responses	Selmi, Okba et al.	2023	Examinar los efectos del estímulo verbal en el rendimiento técnico, la intensidad del ejercicio y el disfrute durante los SSG.	Las pruebas t pareadas revelaron que los SSG con estímulo verbal indujeron una FC más alta (% de FC máxima y FC media), una calificación del

During Soccer-Specific Training.	esfuerzo percibido y una puntuación en la Escala de disfrute de la actividad física que los SSG sin estímulo verbal.
----------------------------------	--

Adaptaciones generadas

Una vez finalizada la revisión de la muestra n=29 artículos, se categorizaron cinco grupos de las adaptaciones obtenidas en las distintas investigaciones, los cuales fueron: Frecuencia Cardíaca, Variabilidad Cardíaca, Presión Arterial, Hipertrofia Ventricular y finalmente Aumento del Volumen Sistólico.

En la categorización se puede observar (Tabla 2) que se estudiaron mayoritariamente las adaptaciones en una sola variable (n=21; 72.41%). Sin embargo, aunque en menor proporción también se investigaron adaptaciones multivariantes (n=8; 27.58%).

No. Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
/Adaptaciones:																												
Frecuencia Cardíaca																												
Variabilidad Cardíaca																												
Presión Arterial																												
Hipertrofia Ventricular																												
Aumento	Volumen																											
Sistólico																												

Tabla 2. Adaptaciones reportadas en cada artículo según caracterización de resultados.

DISCUSIÓN.

El objetivo del presente estudio fue analizar las adaptaciones cardiovasculares derivadas de la práctica del fútbol en sus diferentes niveles. A raíz de esto, también se buscó conocer los tipos de adaptaciones generadas, para así exponer la evaluación y efectos de estas. De la muestra total de los artículos estudiados se evidencian (n=8; 27.58%) presentan efectos multivariantes.

Por el contrario, (n=21;72.41%) reportaron efectos en una sola de las variables.

De este modo, de la muestra inicial de estudio n=29, el 37.93% (n=11) reporta efectos estadísticamente significativos del entrenamiento y competencia del fútbol sobre la frecuencia cardíaca en los deportistas intervenidos. Cerca de la cuarta parte de los estudios evidencio adaptaciones en la frecuencia cardíaca en reposo (n=2; 18.18%) (Singh, Laishram

Santosh et al.2022; García-Muñoz, Jonatan et al. 2023) más de la mitad de los estudios analizados reportaron adaptaciones de los grupos intervenidos en la frecuencia cardiaca media (n=6; 54.54%) (Angius, Luca et al. 2022; Kang, ZhiHui et al. 2024; Brown, Matthew et al. 2024; Coker, Nicholas a et al. 2020; Selmi, Okba at al. 2023; Altmann, Stefan et al. 2021). Finalmente, cinco de los estudios que corresponden al 45.4% del total concordaron en que se presentaban adaptaciones significativas en la frecuencia cardiaca máxima. (Papadopoulos, Efstathios et al. 2023; Gantois, Petrus et al. 2023; Rahman, Majid et al. 2022; Selmi, Okba at al. 2023; Coker, Nicholas a et al. 2020).

Por otra parte, en los resultados reportados en el número total de artículos (n=29), el 37.93% de los artículos refleja cambios estadísticamente significativos en las variables relacionadas con la hipertrofia ventricular donde (n=6;54.54%) hacen referencia y reportan adaptaciones relacionadas a un aumento en el grosor de la pared del ventrículo izquierdo (Unnithan, Viswanath et al.2024; Churchill, Timothy W et al. 2020; Unnithan, Viswanath Balagopalan et al. 2022; Zouhal, Hassane et al. 2020; Pambo, Prince et al. 2021; Sjúřđarson,Tórrur at al. 2024).

De igual forma, una proporción similar (n=4;36.36%) demostró efectos sobre el aumento del tamaño de la cavidad ventricular al igual que adaptaciones del mismo tipo en el ventrículo derecho.

(Barczuk-Falęcka, Marzena et al. 2018; Unnithan, Viswanath et al. 2021; Pambo, Prince et al. 2021; Soori, Rahman et al. 2021). Asimismo, un porcentaje mucho menor (n=1; 9.09%) declaro adaptaciones significativas en la pared biventricular o en su defecto en los dos hemisferios ventriculares al tiempo. (Lasocka-Koriat, Zofia et al. 2024).

De igual importancia, los artículos que informan de efectos sobre el aumento del volumen sistólico (n=6; 20.68%), exponen la medición de esta adaptación por medio de la disminución de la cantidad de latidos por minuto que demanda el deportista para bombear la sangre requerida en la actividad física (Beaumont,Alexander et al. 2020; Unnithan, Viswanath B et al. 2024; Churchill, Timothy W et al. 2020; Lasocka-Koriat, Zofia et al. 2024; Brown, Matthew et al. 2024; Sjúřđarson,Tórrur at al. 2024).

Asimismo, la tercera parte de las investigaciones (n=2) que reportaron estas adaptaciones, fueron relacionadas al aumento de una reserva funcional para el ejercicio, lo cual permite establecer una relación donde si se presentan efectos sobre el volumen sistólico, surge una alta probabilidad de también presentar cambios en la reserva funcional para el ejercicio.

A la vez, el 17.24% del total de los autores analizados (n=5) informo adaptaciones de la práctica del futbol sobre la variabilidad cardiaca. Cabe resaltar que los cinco

artículos (Beaumont, Alexander et al. 2020; Ayuso-Moreno, Rosa et al. 2021; García-Ortega, Dolores et al. 2023; Ekiguchi, Yasuki et al. 2021; Pambo, Príncipe et al. 2021) solo presentaron adaptaciones en esta variable, ninguno presentó efectos multivariantes.

Finalmente, cinco artículos analizados reportaron adaptaciones significativas en la presión arterial, el 40% de los mismos correspondientes a dos de los cinco artículos mencionados (Rahman, Majid et al. 2022; Zouhal, Hassane et al. 2020) presentó cambios significativos también en la frecuencia cardíaca. A diferencia de los tres restantes correspondientes al 60% (Shannon, Eli Spencer et al. 2024; Perrotta, A.S. et al. 2024; Ramírez Fonseca, Julián Andrés et al. 2022) que presentaron únicamente adaptaciones en la presión arterial.

CONCLUSIONES.

Tras la revisión bibliográfica de las investigaciones de adaptaciones cardiovasculares que se generan en diferentes niveles del fútbol, resulta destacable mencionar que este tipo de adaptaciones de entrenamiento y competencia genera efectos en cinco variables significativas las cuales fueron la frecuencia cardíaca, variabilidad cardíaca, presión arterial, hipertrofia ventricular y aumento del volumen sistólico. A esto se debe sumar que, en los futbolistas preadolescentes y adolescentes, las

adaptaciones de entrenamiento y competencia producen respuestas significativas en un mayor número de variables de rendimiento en el fútbol como lo son la frecuencia cardíaca e hipertrofia ventricular. Sin embargo, la bibliografía también demuestra un porcentaje significativo de adaptaciones complementarias como lo son la variabilidad cardíaca, la presión arterial y el aumento del volumen sistólico.

Los resultados expuestos en la presente revisión pueden ser útiles para profesionales del deporte especializados en la disciplina del fútbol que tengan como objetivo, no sólo mejorar las capacidades funcionales de los sujetos con los que trabajan sin importar el nivel deportivo de la población que tengan, sino que, adaptando los resultados expuestos en la presente obra puedan tener un control y saber el tipo de adaptaciones que puede generar la práctica del fútbol a su grupo de deportistas.

REFERENCIAS.

Altmann, S., Neumann, R., Härtel, S., Woll, A., & Buchheit, M. (2021). Using submaximal exercise heart rate for monitoring cardiorespiratory fitness changes in professional soccer players: A replication study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(8), 1096–1102.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0554>

Angius, L., Merlini, M., Hopker, J., Bianchi, M., Fois, F., Piras, F., Cugia, P., Russell, J., & Marcora, S. M. (2022). Physical and mental fatigue reduce psychomotor vigilance in professional football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(9), 1391–1398. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0387>

Ayuso-Moreno, R. M., Fuentes-García, J. P., Nobari, H., & Villafaina, S. (2021). Impact of the result of soccer matches on the heart rate variability of women soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph18179414>

Barczuk-Falęcka, M., Małek, Ł. A., Kryzstofiak, H., Roik, D., & Brzewski, M. (2018). Cardiac magnetic resonance assessment of the structural and functional cardiac adaptations to soccer training in school-aged male children. *Pediatric Cardiology*, 39(5), 948–954. <https://doi.org/10.1007/s00246-018-1844-5>

Beaumont, A., Oxborough, D., George, K., Rowland, T. W., Sculthorpe, N., Lord, R., & Unnithan, V. B. (2019). Superior cardiac mechanics without structural adaptations in pre-adolescent soccer players. *European Journal of Preventive Cardiology*, 27(14), 1494–1501. <https://doi.org/10.1177/2047487319890177>

Brown, M., Lacombe, M., Leduc, C., Hader, K., Guilhem, G., & Buchheit, M. (2023). Acute locomotor, heart rate and neuromuscular responses to added wearable resistance during soccer-specific training. *Science and Medicine in Football*, 8(3), 269–277. <https://doi.org/10.1080/24733938.2023.2222100>

Churchill, T. W., Petek, B. J., Wasfy, M. M., Guseh, J. S., Weiner, R. B., Singh, T. K., Schmied, C., O'Malley, H., Chiampas, G., & Baggish, A. L. (2021). Cardiac structure and function in elite female and male soccer players. *JAMA Cardiology*, 6(3), 316. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.6088>

Coker, N. A., Wells, A. J., & Gepner, Y. (2020). Effect of heat stress on measures of running performance and heart rate responses during a competitive season in male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 1141–1149. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002441>

Cvetković, N., Stojanović, E., Stojiljković, N., Nikolić, D., Scanlan, A. T., & Milanović, Z. (2018). Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(S1), 18–32. <https://doi.org/10.1111/sms.13241>

- Fonseca, J. A. R., Pardo, Á. Y. G., Castro Jiménez, L., Argüello, Y. P., & Buitrago, P. M. (2022). Relación entre perfiles dermatoglífico, morfofuncional y tensión arterial en futbolistas profesionales. *Revista universitaria de la educación física y el deporte*, 15(2). <http://190.64.86.34:8095/ojs/index.php/re/v1/article/view/205>
- Gantois, P., Piqueras-Sanchiz, F., Cid, M. J. F. A., Pino-Ortega, J., Castillo, D., & Nakamura, F. Y. (2022). The effects of different small-sided games configurations on heart rate, rating of perceived exertion, and running demands in professional soccer players. *European Journal of Sport Science: EJSS: Official Journal of the European College of Sport Science*, 23(7), 1214–1222. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2092427>
- García-Muñoz, Jonatan & Iván-Baragaño, Iván. (2023). Efectos Fisiológicos del Entrenamiento del HIIT en Futbolistas Jóvenes: Una Revisión Sistemática [Physiological Effects of HIIT Training on Young Football Players: A Systematic Review]. *Kronos*. 22. 1-9.
- García Ortega, Dolores & Granero-Gallegos, Antonio & Carrasco, María. (2023). Effects of training on the heart rate variability of competitive soccer players: A systematic review with meta-analysis. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 18. 174795412211456. 10.1177/17479541221145624.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Maroto-Izquierdo, S., Raya-González, J., & Sánchez-Sánchez, J. (2023). The Inclusion of Preplanned and Random and Unanticipated/Unexpected Events During Strength Training Improves the Ability to Repeat High-Intensity Efforts Under Uncertainty. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 19(3), 249–256. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0107>
- Hammami, M., Negra, Y., Aouadi, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2016). Effects of an in-season plyometric training program on repeated change of direction and sprint performance in the junior soccer player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12), 3312–3320. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000001470>
- Kang, Z., Chen, Z., & Liu, G. (2024). Can heat conditions affect the heart rate responses, perception of effort, and technical performance of young male football players during small-sided games? a comparative study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 174. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00970-x>

Lasocka-Koriat, Z., Lewicka-Potocka, Z., Kaleta-Duss, A., Siekierzycka, A., Kalinowski, L., Lewicka, E., & Dąbrowska-Kugacka, A. (2024). Differences in cardiac adaptation to exercise in male and female athletes assessed by noninvasive techniques: a state-of-the-art review. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, 326(5), H1065–H1079. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00756.2023>

Pambo, P., Adu-Adadey, M., Ankrah, P. T., Agbodzakey, H., & Scharhag, J. (2021). Electrocardiographic and echocardiographic findings in Ghanaian female soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 31(6), e367–e372. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000851>

Pambo, P., Adu-Adadey, M., Agbodzakey, H., & Scharhag, J. (2021). Electrocardiographic and echocardiographic findings in elite Ghanaian male soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 31(6), e373–e379. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000801>

Papadopoulos, Efstathios & Tsentides, Glykeria & Metaxas, Thomas & Mandroukas, Athanasios & Michailidis,

Yiannis & Galazoulas, Christos & Christoulas, Kosmas & Papadopoulos, Konstantinos & Papadopoulou, Maria. (2023). The effect of pitch dimensions and players' format on heart load and external load in semi-professional soccer players *TRENDS in*. 10.23829/TSS.2023.30.4-5.

Perrotta, A. S., Correa, C. J., Khan, A. D., Bain, A. R., & Jeklin, A. T. (2024). Vascular function and hypotension effect sleep quality in female soccer players. *Science & Sports*, 39(5–6), 463–471. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2023.04.008>

Rahman, M., Ahmad, I., & Hussain, M. E. (2022). Comparison of intermittent pneumatic compression and active recovery after sub-maximal aerobic exercise in collegiate soccer players: in relation with heart rate variability and heart rate recovery. *Sport Sciences for Health*, 18(4), 1349–1358. <https://doi.org/10.1007/s11332-022-00906-3>

Selmi, O., Levitt, D. E., Aydi, B., Ferhi, W., & Bouassida, A. (2023). Verbal encouragement improves game intensity, technical aspects, and psychological responses during soccer-specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(7), 758–764. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0435>

Sekiguchi, Y., Huggins, R. A., Curtis, R. M., Benjamin, C. L., Adams, W. M., Looney, D. P., West, C. A., & Casa, D. J. (2021). Relationship between heart rate variability and acute:Chronic load ratio throughout a season in NCAA D1 men's soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(4), 1103–1109. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002853>

Shannon, E. S., & Carter, S. E. (2023). The effect of a 2-week ischaemic preconditioning intervention on anaerobic performance in male academy football players: a randomized, single-blinded, SHAM-Controlled study. *Research in Sports Medicine*, 32(6), 939–955. <https://doi.org/10.1080/15438627.2023.2297192>

Singh, Laishram & Pungding, Luikang & Singh, Waribam & Bjelica, Bojan & Burhaein, Erick & Zelenovic, Milan. (2022). Effect of Skipping Rope Training on Resting Heart Rate and Cardiorespiratory Endurance Among Soccer Players. *JUMORA: Jurnal Moderasi Olahraga*. 2. 10.53863/mor.v2i2.426.

Sjúrðarson, T., Kyhl, K., Nordsborg, N. B., Kollslíð, R., Andersen, L. J., Krstrup, P., & Mohr, M. (2024). 15 weeks of soccer training increases left ventricular mass and improves indices of left ventricular diastolic function in previously sedentary, mildly hypertensive, middle-aged women.

European Journal of Applied Physiology, 124(5), 1621–1629. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05399-7>

Soori, R., Hashemi, B., Gharehlo, A. A. N., Pournemati, P., Shaw, I., & Hashemi, N. (2021). Screening and comparison of elite male and female soccer players for ecg changes associated with sudden cardiac death. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 43(2), 125–133. <https://www.ajol.info/index.php/sajrs/article/view/215645>

Tahir, E., Regier, M., Sinn, M. R., Säring, D., Radunski, U. K., Adam, G., & Lund, G. (2015). “Soccer player’s heart”: assessment of left ventricular adaptation by cardiac magnetic resonance imaging. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance: Official Journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance*, 17(P304), P304. <https://doi.org/10.1186/1532-429x-17-s1-p304>

Trejos-Montoya, J., Araya-Ramírez, F., Trejos-Montoya, J., & Araya-Ramírez, F. (s. f.-b). Adaptaciones cardiovasculares del entrenamiento interválico de alta intensidad en pacientes con insuficiencia cardíaca. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422019000100028

Unnithan, V. B., Beaumont, A., Rowland, T., George, K., Stewart, L., Sculthorpe, N., Lord, R. N., & Oxborough, D. L. (2024). The effect of long-term soccer training on left ventricular structure and function in elite male youth soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(3), e14594. <https://doi.org/10.1111/sms.14594>

Unnithan, V. B., Rowland, T., George, K., Bakhshi, A., Beaumont, A., Sculthorpe, N., Lord, R. N., & Oxborough, D. L. (2022). Effect of long-term soccer training on changes in cardiac function during exercise in elite youth soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(5), 892–902. <https://doi.org/10.1111/sms.14140>

Unnithan, V. B., Beaumont, A., Rowland, T. W., Sculthorpe, N., George, K., Lord, R., & Oxborough, D. (2021). The influence of

training status on right ventricular morphology and segmental strain in elite pre-adolescent soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 121(5), 1419–1429. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04634-3>

Zouhal, H., Hammami, A., Tijani, J. M., Jayavel, A., de Sousa, M., Krstrup, P., Sghaeir, Z., Granacher, U., & Ben Abderrahman, A. (2020). Effects of small-sided soccer games on physical fitness, physiological responses, and health indices in untrained individuals and clinical populations: A systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(5), 987–1007. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01256-w>