

CONTROL DE CARGA FÍSICA EXTERNA EN ÁRBITROS DE FÚTBOL PROFESIONAL DURANTE PARTIDOS DE PRIMERA DIVISIÓN

EXTERNAL PHYSICAL LOAD CONTROL IN PROFESSIONAL SOCCER REFEREES DURING FIRST DIVISION MATCHES

Cristian Díaz-Escobar¹ 

Juan Pablo Araya-Astudillo² 

Felipe Cabezas-Caballero² 

Víctor Díaz-Narváez³ 

¹ Docente Departamento de Kinesiología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile

² Preparador físico árbitros profesionales Asociación Nacional de Fútbol Profesional, Chile

³ Profesor investigador Universidad Andres Bello, Chile

Autor para la correspondencia:

Cristian Díaz Escobar
kunte.cristiandiaz@gmail.com

Título abreviado:

Carga Física Externa en Árbitros de Fútbol Durante Partidos de Primera División

Cómo citar el artículo:

Díaz-Escobar, C., Araya-Astudillo, J., Cabezas-Caballero, F., & Díaz-Narváez, V. (2024). Control de carga física externa en árbitros de fútbol profesional durante partidos de primera división. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 19(62), 2174. <https://doi.org/10.12800/ccd.v19i62.2174>

Recepción: 10 febrero 2024 / Aceptación: 05 julio 2024

Resumen

El fútbol, como deporte de alta intensidad e intermitencia requiere que también los árbitros presenten una adecuada condición física. El estudio de tipo cuantitativo, explicativo, correlacional de corte longitudinal, tuvo por objetivo determinar la carga física externa en árbitros profesionales durante partidos oficiales, mediante sistema de posicionamiento global (GPS). Participaron 17 varones (edad: 36.19 ± 3.2 años; estatura: 1.79 ± 0.04 m; peso: 80.07 ± 4.32 kg); registrándose la carga física en 67 partidos de primera división nacional. Exponiéndose como resultados, que en promedio los árbitros recorrieron 11,202 ± 706 m; de los cuales 1,139 ± 722 m fueron en alta intensidad y 85.19 ± 65.26 m en sprint; además, ejecutaron 22 ± 10 aceleraciones y 23 ± 9 desaceleraciones por partido. Al correlacionarse edad y carga física externa, se presentó correlación con las variables: distancia total recorrida (-.231) y número de desaceleraciones por partido (-.205). No obstante, el valor de correlación para ambos casos fue menor a .25. Concluyéndose que el control de carga externa mediante GPS en árbitros profesionales, posibilita objetivar las cargas de trabajo, en este caso para competencia nacional; destacándose que la edad no sería un factor determinante en el rendimiento físico de estos deportistas.

Palabras clave: Fútbol, árbitro, carga física, GPS.

Abstract

Soccer, as a high-intensity and intermittence sport, also requires referees to be in good physical condition. The objective of this quantitative, explanatory, correlational, longitudinal study was to determine the external physical load on professional referees during official matches, using a global positioning system (GPS). Seventeen males participated (age: 36.19 ± 3.2 years; height: 1.79 ± 0.04 m; weight: 80.07 ± 4.32 kg); the physical load was recorded in 67 national first division matches. The results showed that, on average, the referees covered 11,202 ± 706 m; of which 1,139 ± 722 m were in high intensity and 85.19 ± 65.26 m in sprint; in addition, they performed 22 ± 10 accelerations and 23 ± 9 decelerations per match. When correlating age and external physical load, there was a correlation with the variables: total distance covered (-.231) and number of decelerations per game (-.205). However, the correlation value for both cases was less than .25. It was concluded that the external load control using of GPS in professional referees, makes it possible to objectify the workloads, in this case for national competition; highlighting that age would not be a determining factor in the physical performance of these athletes.

Keywords: Football, referee, physical load, GPS.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Introducción

El fútbol es un deporte colectivo de alta exigencia física, caracterizado por una alternancia constante entre actividades de baja intensidad al estar de pie, caminar o trotar; de alta intensidad al correr o cambiar de dirección y de muy alta intensidad al realizar sprints, aceleraciones y desaceleraciones (Dalen et al., 2020; Gualtieri et al., 2023; Teixeira et al., 2021). Estos patrones de actividad intermitente generan importantes cargas neuromusculares durante las acciones motoras de mayor intensidad y frecuencia, especialmente en el alto rendimiento (Aloui et al., 2022; Djaoui et al., 2022). Asociándose frecuentemente a los momentos de un partido donde existe mayor probabilidad de concretar una anotación (Calderon et al., 2022). Para Chena et al. (2022), las últimas investigaciones, en este deporte, han demostrado que las tácticas utilizadas por los equipos aumentaron la exigencia física, convirtiendo el fútbol en una actividad más rápida, intensa y competitiva. Lo que requiere de evaluaciones físicas más precisas, respecto a las cargas internas y externas de los futbolistas, especialmente durante los partidos (Strauss et al., 2019). Esta cuantificación de las cargas, según Balaguer y Caparros (2021), resulta esencial para la determinación de respuestas y adaptaciones individuales en relación a la planificación deportiva.

Frente a este requerimiento, Sánchez et al. (2022), expusieron que la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) al igual que muchos clubes, están invirtiendo tiempo y recursos en tecnologías que permitan cuantificar los niveles de exigencia física en partidos como entrenamientos. Generándose un aumento exponencial en el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS), por la información específica que entregan (Muñoz et al., 2022; Schulze et al., 2021), permitiendo registrar la carga externa de un deportista de acuerdo a distancias y velocidades recorridas en el terreno de juego (Delves et al., 2021).

Durante los partidos de fútbol, Pavillon et al. (2021) indicaron que más del 80% de los desplazamientos de los jugadores serían de baja a mediana intensidad y entre el 10% a 20% correspondería a acciones en alta intensidad. Las carreras a alta intensidad, denominadas HSR (High speed running) y los sprints habrían tenido un incremento importante en el fútbol masculino, en los últimos 15 años, por la intensidad de juego que se está aplicando (Gualtieri et al., 2023).

En cuanto a distancia recorrida por partido, Costa et al. (2013) indicaron que los jugadores de elite se desplazaban entre 10 a 12 km. Actualmente, Barreira et al. (2022) expusieron que las distancias fluctuarían entre 10 a 14 km y realizarían de 150 a 250 acciones a alta intensidad, destacándose los sprints, aceleraciones y desaceleraciones. Los sprints, de acuerdo a Reinhardt et al. (2019), se establecen como un factor relevante en la exigencia física de este deporte, comprenden no más del 5% del volumen total de recorrido en un partido y la mayoría de estos desplazamientos no superan los 20 m. Además, Aloui et al. (2022), indicaron que los sprints fluctuarían entre 200 m a 1100 m por partido, con una duración de 2 a 4 s., representando entre 1% al 11% de la distancia total recorrida en un partido; donde el 96% de los sprints no superan los 30 m, de los cuales el 49% estarían bajo los 10 m. Por su parte, González-Millán et al. (2014), determinaron que cada jugador en un equipo ejecutaría alrededor de 11 sprints por partido con un promedio de 230 m recorridos en velocidad, dependiendo del puesto de juego y del 5% a 10% de las acciones totales de juego se realizarían mediante carreras en alta intensidad.

En el caso de las aceleraciones y desaceleraciones horizontales, se clasifican como habilidades locomotoras cruciales en actividades con movimientos multidireccionales intermitentes, permitiendo cambios rápidos de velocidad y dirección por parte de los deportistas (Harper et al., 2022). En el fútbol, las aceleraciones comprenderían de un 7% a 10% y las desaceleraciones de un 5% a 7% de la carga física total de los jugadores para todas las posiciones de juego (Nobari et al., 2021). Zhang et al. (2021), informaron que los jugadores realizarían un aproximado de 14 a 26 aceleraciones y de 43 a 56 desaceleraciones a alta intensidad por partido.

Estos avances en la forma física de los jugadores, también ha repercutido en los árbitros y árbitros asistentes, quienes han debido afrontar este aumento en la exigencia física, teniendo en cuenta que a diferencia de los jugadores no tienen la posibilidad de sustitución a menos que se produzca una lesión (Schmidt et al., 2019). En el fútbol, el cuerpo arbitral es el responsable de supervisar y juzgar las acciones que se van produciendo en un partido, mediante la aplicación de las reglas de juego (Ozaeta et al., 2022; Yanci et al., 2016). No obstante, Ozaeta et al. (2021), clarifican que las funciones del árbitro y los árbitros asistentes son diferentes; por lo tanto, los desplazamientos varían presentando el árbitro movimientos multidireccionales y los árbitros asistentes movimientos principalmente lineales. Para Castillo et al. (2018), la función del árbitro durante un partido de fútbol comprende una tarea muy exigente desde el ámbito físico, destacándose que la carga física puede ser similar o superior a la de algunos jugadores. Dado, porque el árbitro debe manejar las distintas situaciones que se van dando en el terreno de juego y, por tanto, uno de sus principales requerimientos es procurar estar siempre lo más cerca de las jugadas (González-Ortega et al., 2023).

Durante los partidos los árbitros recorren, según Costa et al. (2013) y Moreno-Pérez et al. (2021) de 10 a 12 km. Sin embargo, otros autores plantean que el rango fluctuaría de 9 a 13 km (Coffi et al., 2018; Petri et al., 2020; Yanci et al., 2016). La fluctuación de estos rendimientos, por parte de los árbitros, estaría mediado por los niveles de competición en los que participan (Moreno-Pérez et al., 2021; Petri et al., 2020); especialmente, cuando se comparan competencias a nivel nacional con regional (Yanci et al., 2016). Del total de la distancia recorrida por los árbitros, el 18,6% lo realizarían en alta intensidad a

velocidades entre 18 a 24.9 km/h durante partidos internacionales (Fernández-Ruiz et al., 2021; Moreno-Pérez et al., 2021); con una variación entre 21 a 38 sprints por juego por sobre 25 km/h (Fernández-Ruiz et al., 2021; Moreno-Pérez et al., 2021; Sánchez-García et al., 2018).

El propósito del presente estudio fue analizar la carga física externa en árbitros profesionales de fútbol y la edad como posible factor influyente en el rendimiento físico durante partidos oficiales del campeonato de primera división nacional; mediante la utilización de dispositivos GPS para determinar distancias recorridas y velocidades utilizadas por estos deportistas. Considerando que en la actualidad, según Sánchez et al. (2022), la mayoría de los estudios referidos a perfiles de rendimientos físico se concentran en los futbolistas, existiendo un déficit en el caso de los árbitros.

Material y Métodos

Diseño de Intervención

Estudio de tipo cuantitativo, explicativo, correlacional de corte longitudinal; consistente en describir la carga física externa y analizar la edad como posible factor influyente en el rendimiento físico de árbitros profesionales de fútbol en partidos de primera división durante la primera rueda del campeonato nacional chileno, utilizando dispositivo GPS en cancha.

Participantes

Población: Estuvo constituida por árbitros de primera división pertenecientes a la Asociación Nacional de Fútbol Profesional de Chile (ANFP) ($n = 20$). De esta población, tres quedaron excluidos, uno por lesión y dos por situación físico-técnica. La muestra final correspondió a 17 árbitros encargados de dirigir partidos de primera división torneo nacional, seleccionados por conveniencia (no probabilística)

Muestra: Constituida por 17 varones (edad: 36.19 ± 3.2 años; estatura; $1.79 \pm .04$ m; peso: 80.07 ± 4.32 kg), pertenecientes a la ANFP de Chile, correspondientes a árbitros profesionales de fútbol.

Criterio de inclusión: Ser árbitro profesional ANFP, estar habilitado para dirigir en primera división del torneo nacional previa aprobación de las pruebas físicas oficiales a principio de temporada; tener la aprobación de la Comisión técnica para dirigir en primera división.

Criterio de exclusión: No pertenecer al staff de árbitros profesionales ANFP, no tener el pase físico o técnico por parte de las áreas específicas, cursar con una problemática de carácter clínico que inhabilitara su participación durante la primera rueda del torneo nacional.

Instrumentos

Para el control de la carga física de los árbitros se utilizó el sistema de monitorización GPS Catapult Vector. Compuesto de un dispositivo compacto acoplado a un chaleco Catapult, utilizado bajo la vestimenta durante los partidos. La unidad, a través del GPS, recogió las mediciones en exteriores a 18 HZ (cancha de fútbol). Datos que se procesaron mediante la plataforma y software de la marca, analizando variables de carga total, índice de carga, tiempo de sesión, entre otros; el sistema cuenta con excelente precisión intra e interdispositivos y fiabilidad (Lauck et al., 2022).

Procedimiento

El estudio se coordinó en el Centro Deportivo Quilín de la ANFP (Región Metropolitana, Santiago, Chile) y se aplicó en estadios de fútbol del país. En el complejo deportivo entrenaba la mayoría de los árbitros profesionales de fútbol de primera división (diecinueve de los árbitros, el árbitro restante entrenaba en la sede de Concepción, en el sur de Chile). El procedimiento se llevó a cabo durante el Campeonato de primera división chileno temporada 2023; en las últimas nueve fechas de la primera rueda, previo a la coordinación y facilitación de los dispositivos por parte de la ANFP para llevar a cabo el estudio.

La primera rueda del campeonato de primera división se constituyó de 15 fechas, con ocho partidos por fecha. Los dispositivos GPS se utilizaron en las últimas nueve fechas, de un total de 72 juegos, se registraron los datos para el estudio en 67 de estos partidos, en los cinco faltantes se presentaron dificultades técnicas o de traslado del equipo para el día del partido. Una vez designados los árbitros para cada juego, ha mediado de semana, se coordinó con el árbitro en específico o el equipo arbitral (árbitros asistentes, cuarto árbitro o VAR) si por ejemplo el árbitro asignado no estaba presente en los entrenamientos regulares semanales, por haber sido designado internacionalmente. La prioridad en las nueve fechas, fue contar con un dispositivo GPS en cada partido para que el árbitro registrara su carga física externa durante el juego.

En el partido, el árbitro debía encender el dispositivo y colocarse el chaleco bajo su vestimenta antes de comenzar el calentamiento, dejándolo encendido hasta el final del encuentro. Terminado el partido, se apagaba el GPS y se entregaba al Área Física en el siguiente entrenamiento regular. Una vez reunidos todos los dispositivos, a inicio de cada semana, se procedía a la descarga y procesamiento de los datos en el Centro deportivo Quilín, hasta el término de la primera rueda.

Los parámetros establecidos para el registro de datos, por ejemplo, las bandas de velocidad; fueron de acuerdo a lo determinado en la ANFP para el control de carga externa de la selección nacional de fútbol Sub-20 masculina, debido a que no se tenía este tipo de registro en árbitros profesionales a nivel nacional.

Desde el aspecto ético del estudio, se consigna que el uso de GPS no generó ningún tipo de sobrecarga física o incomodidad por parte de los árbitros. Además, según Reinhardt et al. (2019), esta tecnología es de uso diario por parte de la mayoría de los equipos de fútbol profesional y la información registrada por GPS posibilita datos válidos en la individualización de cargas físicas para determinar rendimientos y planificación de entrenamientos. Por lo anterior, el Área Física de los árbitros profesionales del fútbol chileno, a través de la Comisión Arbitral y en coordinación con el Departamento de Ciencias de la ANFP gestionó la facilitación de los GPS necesarios para la utilización de los dispositivos durante la segunda mitad de la primera rueda en el Campeonato de primera división del fútbol chileno; previa información, capacitación y consentimiento por parte de los árbitros profesionales que participaron en el estudio. Además, los dispositivos GPS utilizados correspondían a los recursos utilizados por la ANFP para las selecciones nacionales de fútbol. Por lo tanto, se consigna la importancia que el ente mayor del fútbol de Chile le daba a este tipo de herramienta en la mejora de los rendimientos físicos de los deportistas y por ello, facilitó los recursos necesarios para ser aplicados en los árbitros profesionales.

Análisis de Datos

Los datos de la variable independiente (edad) y dependientes fueron sometidos a estudios descriptivos estimándose los estadísticos como valores mínimos y máximos, media, error estándar de la media, desviación estándar, asimetría y curtosis. Posteriormente, se estimó la normalidad de la distribución de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Como la variable edad no se distribuye normalmente, la correlación entre esta variable (independiente) fue correlacionada con las variables dependientes descritas anteriormente mediante la prueba Rho de Spearman. El nivel de significación empleado fue de $\alpha < .05$.

Resultados

Los resultados de la estimación de los valores mínimos, máximos, media, error estándar de la media, desviación estándar, asimetría y curtosis de las variables estudiadas se presentan en Tabla 1.

Tabla 1
Resultados de la Estimación de los Estadísticos Descriptivos de la Variable Independiente (Edad) y del Resto de las Variables Dependientes Antes Descritas

	<i>n</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>	<i>Med</i>	<i>EEM</i>	<i>DE</i>	<i>Asi</i>	<i>Cur</i>
Edad	67	31	43	36.19	0.402	3.290	0.699	-0.670
Total de metros recorridos en el partido	67	9206	13317	11202.42	86.372	706.983	0.090	1.327
Metros recorridos a menos de 6 km/h	67	3093	5197	4310.12	48.888	400.166	0.156	0.707
Metros recorridos entre 18 y 24 km/h (<i>HSR</i>)	67	609	6639	1139.09	88.233	722.221	6.891	52.726
Número de repeticiones entre 18 y 24 km/h	67	35	133	57.46	1.869	15.300	2.071	8.083
Metros recorridos sobre 24 km/h (sprint)	67	0	298	85.19	7.973	65.260	1.126	1.409
Número de repeticiones sobre 24 km/h	67	0	13	4.45	0.379	3.106	0.771	-0.062
Número de aceleraciones en el partido	67	6	47	22.25	1.266	10.361	0.666	-0.311
Número de desaceleraciones en el partido	67	6	53	23.66	1.161	9.502	0.641	0.897

Nota: *n*: muestra, *Mín*: mínimo, *Máx*: máximo, *Med*: media, *EEM*; error estándar de la media, *DE*: desviación estándar, *Asi*: asimetría, *Cur*: curtosis.

Se observó que algunas variables tienen valores altos de asimetría y curtosis lo que implica la posibilidad de ausencia de distribución normal.

En efecto, en la tabla 2 se muestran los resultados de la estimación de la normalidad y cuatro de las variables dependientes no se distribuyen normalmente, incluyendo la edad.

Tabla 2
Resultados de la Estimación de Normalidad de las Variables Edad (Independiente) y el Resto de las Variables Estudiadas (Dependientes) en Árbitros Profesionales de Fútbol

	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov	gl	Significación
Edad	0.225	67		0.000
Total de metros recorridos en el partido	0.097	67		0.198
Metros recorridos a menos de 6 km/h	0.083	67		0.200*
Metros recorridos entre 18 y 24 km/h (HSR)	0.288	67		0.0001
Número de repeticiones entre 18 y 24 km/h	0.100	67		0.095
Metros recorridos sobre 24 km/h (sprint)	0.104	67		0.072
Número de repeticiones sobre 24 km/h	0.128	67		0.008
Número de aceleraciones en el partido	0.145	67		0.001
Número de desaceleraciones en el partido	0.083	67		0.200*

En la tabla 3 se presentan los resultados de las correlaciones observadas.

Tabla 3
Resultados de la Correlación Entre la Variable Independiente Edad y las Variables Dependientes Estudiadas en el Presente Trabajo

			Total de metros recorridos en el partido	Metros recorridos a menos de 6 km/h	Metros recorridos entre 18 y 24 km/h (HSR)	Número de repeticiones entre 18 y 24 km/h
Rho de Spearman	Edad	Coefficiente de correlación	-0.231*	0.092	0.095	0.110
		Sig. (unilateral)	0.030	0.230	0.223	0.188
		n	67	0.092	67	67
			Metros recorridos sobre 24 km/h (sprint)	Número de repeticiones sobre 24 km/h	Número de aceleraciones en el partido	Número de desaceleraciones en el partido
Rho de Spearman	Edad	Coefficiente de correlación	-0.022	-0.038	0.131	-0.205*
		Sig. (unilateral)	0.429	0.380	0.145	0.048
		n	67	67	67	67

De todas las estimaciones, sólo la correlación entre la edad y el total de metros recorridos en el partido y la edad con el número de desaceleraciones en el partido resultaron significativos y con valores negativos de las estimaciones de estas correlaciones, todo lo cual muestra que en la medida que la edad aumenta, disminuye el total de metros recorridos en el partido y número de desaceleraciones en el partido. Sin embargo, a pesar de la significación encontrada, los valores de correlación en ambos casos descritos son bajos (menores a .25)

Discusión

El fútbol de alto rendimiento es un deporte colectivo de gran exigencia física donde los jugadores alternan acciones de máxima intensidad con periodos de recuperación; en el caso de los árbitros, si bien presenta un comportamiento similar, sus desplazamientos se ajustan al curso del juego para estar en el lugar correcto y momento preciso con el propósito de tomar las mejores decisiones, requiriéndose como uno de los ejes centrales tener una adecuada condición física (Fernández-Ruiz et al., 2021). De acuerdo a lo anterior, el objetivo principal del presente estudio fue determinar la carga física externa en árbitros profesionales de fútbol durante partidos de primera división nacional y si la edad se podía considerar como un factor influyente en el rendimiento físico de estos deportistas.

Actualmente, Clemente et al. (2019), plantean que este nivel de exigencia física amerita cuantificar las cargas de trabajo en entrenamientos como partidos, con el objetivo de ajustar los requerimientos de los deportistas.

El árbitro de fútbol, según Viera et al. (2019), tendría un desplazamiento en cancha similar a los jugadores volantes. De acuerdo con los resultados del estudio, los árbitros en promedio recorrieron sobre 11 km presentando un valor dentro de lo expuesto en referencia a los jugadores con 10 a 12 km por parte de Costa et al. (2013) y 10 a 14 km según Barreira et al. (2022). En cuanto a valores de distancia recorrida por árbitros en partidos, también los resultados estarían dentro de los indicados en la literatura científica con 10 a 12 km por parte de Moreno-Pérez et al. (2022) o 9 a 13 km según Petri et al. (2020). Destacándose por parte de Moreno-Pérez et al. (2021) y Petri et al. (2020) que los rendimientos están supeditados al nivel de competencia nacional o internacional en el que se participa.

Los GPS, según Calderón-Pellegrino et al. (2022) han demostrado ser una tecnología válida y fiable para el análisis de rendimiento físico. Sin embargo, Harper et al. (2019), manifestaron la importancia de determinar consenso o coherencia en los procedimientos metodológicos con estos dispositivos para cuantificar intensidades durante los partidos. Como ejemplos, Fernández-Ruiz et al. (2021), indicaron que en la distancia total recorrida por árbitros durante un partido el 18,6% se realizaba en HSR con velocidades entre 18 a 24,9 km/h; Moreno-Pérez et al. (2021) también expusieron un 18,6% pero en velocidades de 15 a 25 km/h; Gonçalves et al. (2021) determinaron un 17% respecto a la distancia total con velocidades de 15 a 18 km/h. En el caso de Castillo et al. (2018) manifestaron que, en la distancia total recorrida por partido, el 34% correspondía a HSR considerando velocidades por sobre los 13 km/h; Gabrilo et al. (2013) plantearon que la variación fluctuaba entre 4 a 18% según competencia, sin indicar entre qué rangos de velocidad se consideraba alta intensidad. Por su parte, Riiser et al. (2019), determinaron que la distancia recorrida por los árbitros en HSR fluctuaba entre 600 a 1,200 m, sin indicar parámetros de velocidad; finalmente, Sánchez-García et al. (2018), para el torneo nacional español expusieron que los árbitros recorrían en promedio 2,700 m en velocidades superiores a 18 km/h, no especificando si la distancia involucraba sólo HSR o también los sprints. En el presente estudio, los árbitros recorrieron en HSR con velocidades entre 18 y 24 km/h un promedio de $1,139 \pm 722$ m, correspondiente a un 10,2% de la distancia total recorrida por partido y 57 ± 15 repeticiones entre estas velocidades. Resultados que en algunos estudios no serían comparables por la categorización del HSR según rangos de velocidad y por la posible diferencia respecto al nivel de competencia donde el estudio fue aplicado. Condición similar para el análisis de los sprints, con valores entre 38 ± 17 sprints sobre 25 km/h (Fernández-Ruiz et al., 2021), 40 sprints sobre 18 km/h (Moreno-Pérez et al., 2021), 21,3 a 30,5 sprints sobre 25,2 km/h (Sánchez-Gracia et al., 2018); en comparación a los 4 ± 3 sprints por sobre 24 km/h consignados en el estudio con una distancia de 85 ± 65 m recorridos por sobre esta velocidad. En cuanto a las aceleraciones y desaceleraciones el estudio determinó que los árbitros en promedio realizaron 22 ± 10 aceleraciones y 23 ± 9 desaceleraciones, lo cual no se pudo comparar con algún antecedente sobre este tipo de acciones motoras por parte de los réferis en la literatura científica revisada.

Los antecedentes exponen que, si bien en los últimos años, el fútbol ha incrementado la intensidad de juego producto del cambio de tácticas de los equipos; haciéndolo más rápido, intenso y competitivo (Chena et al., 2022). El tipo de competencia de carácter nacional, regional o mundial comprende un factor relevante en el análisis de la carga física externa de los árbitros de fútbol (Moreno-Pérez et al., 2021; Petri et al., 2020; Yanci et al., 2016).

Otro factor para considerar en la carga física externa respecto a los desplazamientos en el terreno de juego entre jugadores y árbitros e incluso entre los mismos árbitros sería la edad. La diferencia de edad entre jugadores y árbitros en promedio corresponde a 15 años (Da Silva et al., 2012; Gabrilo et al., 2013; Viera et al., 2019) y en referencia a los árbitros de elite, tendrían sus mejores rendimientos físicos entre los 30 a 45 años (Mazaheri et al., 2016; Mascherini et al., 2020). En el estudio, el promedio de edad para el grupo de árbitros fue de 36.19 ± 3.2 años y en la correlación de la edad con las variables de carga física externa en partidos se presentó correlación con distancia total requerida ($-.231$) y número de desaceleraciones por partido ($-.205$), resultando significativo con valores negativos. Determinándose que a medida que aumenta la edad disminuye el total de distancia recorrida y número de desaceleraciones por partido. Sin embargo, pese a la significación encontrada, los valores de correlación para ambos casos fueron menores a .25. Además, Gonçalves et al. (2021), destacaron que los árbitros con mayor experticia presentarían mejores estrategias de anticipación y mayor celeridad de intervención debido a un mejor posicionamiento en la cancha dado por una lectura del juego más eficiente.

Condición que según Da Silva et al. (2012) explicaría, en parte, la diferencia para edad y distancia recorrida entre árbitros debido a que los años de experiencia permitirían una menor distancia total recorrida pero mejor calidad en los desplazamientos arbitrales. Por lo tanto, la distancia total recorrida sería una variable por considerar en el rendimiento físico, pero no determinante en cuanto a la conducción arbitral, lo mismo el número de desaceleraciones ya que al tener una mejor anticipación y lectura de juego, los desplazamientos en el terreno de juego serían más calculados y regulados por parte de los árbitros con mayor experiencia. Facultad que la FIFA expone como esencial en el arbitraje de elite (Da Silva et al., 2012).

El análisis comparativo de los resultados con la evidencia científica permite establecer una referencia en cuanto a estándares de rendimiento físico, para este caso en árbitros profesionales. No obstante, el uso concreto de GPS tiene relación con la adquisición de datos válidos y útiles para analizar rendimientos, como por ejemplo en sprints; con el objetivo de lograr diferenciaciones en el trabajo físico específico de cada deportista (Reinhardt et al., 2019); permitiendo obtener adaptaciones fisiológicas que mejoren el rendimiento en competencia, con base en una adecuada planificación de entrenamiento y eficientes periodos de recuperación (Costa et al., 2013). Por lo tanto, según Delves et al. (2021), la información de los GPS permite crear perfiles de actividad en distintas disciplinas deportivas. Los antecedentes del presente estudio contribuyen en la creación de un perfil de rendimiento físico según carga externa en partidos de primera división nacional para árbitros profesionales, considerándose que es la primera intervención de este tipo para este grupo de deportistas en el país; permitiendo establecer valores de trabajo en función a la realidad observada en el torneo nacional. Pero a su vez, integrando la información internacional en función a los árbitros profesionales que además de la participación en los torneos nacionales se les suma la competencia a nivel continental o mundial.

Limitaciones y Futuras Investigaciones

Si bien, el objetivo primordial del estudio fue determinar la carga física externa en árbitros profesionales durante partidos oficiales de primera división nacional con utilización de GPS; la determinación concreta de una carga de trabajo debe contemplar también la carga interna de la persona; antecedente que en futuras intervenciones debiese considerarse. Otra limitación podría estar implícita en el número de partidos registrados. No obstante, como estudio preliminar se consideró como adecuada la cantidad de partidos para el estudio. Por último, más que limitación se expone dentro de futuros planteamientos de intervención la alternativa de aplicar los GPS en partidos internacionales, por parte de los árbitros FIFA, además de los encuentros nacionales. Finalmente, al establecer que el uso de GPS en los árbitros es un aporte objetivo para la planificación del entrenamiento físico, se generan interrogantes en cuanto al comportamiento, en esta materia, por parte de árbitros en categorías diferentes a la primera división, también el rendimiento en la carga física externa por parte de los árbitros asistentes debido a que tienen desplazamientos y funciones distintas a los árbitros e internalizarse en el arbitraje femenino con estos mismos objetivos; generándose nuevas instancias de investigación.

Conclusiones

La aplicación de GPS como control de carga externa para árbitros de fútbol profesional se plantea como un instrumento válido para objetivar planes de entrenamiento de acuerdo con la función arbitral. Los resultados del estudio están referidos a un nivel de competencia nacional, destacándose para esta instancia que la edad no sería un factor determinante en el rendimiento físico de los árbitros.

Declaración del Comité de Ética

Para la presente investigación no aplica la declaración de Comité de ética, debido a que el estudio, si bien consideró la Declaración de Helsinki para intervenir en árbitros profesionales de fútbol, se realizó a través de la aprobación de la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP) de Chile y Comisión de Árbitros de la ANFP; como parte de las actividades regulares de la planificación del Área Física de los árbitros profesionales, en el control del rendimiento físico de este grupo de deportistas; como parte de la mejora de los controles y seguimiento del rendimiento físico durante la temporada oficial 2023.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en el presente estudio.

Financiación

Esta investigación no recibió financiamiento de ningún tipo debido a que conformó parte de las actividades en la planificación anual del entrenamiento físico de árbitros profesionales de fútbol en Chile durante la temporada 2023.

Contribución de los Autores

Las contribuciones individuales para el presente estudio fueron: Cristian Díaz Escobar: conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, redacción borrador original, revisión y edición. Juan Pablo Araya Astudillo: metodología, investigación, recursos, supervisión, redacción y revisión. Felipe Cabezas Caballero: metodología, investigación, recursos, redacción. Víctor Díaz Narváez: metodología, análisis formal, redacción borrador original, revisión y edición. Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Datos disponibles bajo demanda al autor de correspondencia [email] por ser información específica en cuanto al rendimiento físico de árbitros profesionales de fútbol.

Agradecimientos

Se agradece a la Comisión de Árbitros y Departamento de Ciencias de la Asociación Nacional de Fútbol Profesional de Chile por la disposición y colaboración presentada en el desarrollo de esta investigación en árbitros profesionales de primera división.

References

- Aloui, G., Hermassi, S., Bartels, T., Hayes, L.D., Bouhafs, E.G., Chelly, M.S., & Schwesig, R. (2022). Combined Plyometric and Short Sprint Training in U-15 Male Soccer Players: Effects on Measures of Jump, Speed, Change of Direction, Repeated Sprint, and Balance. *Frontiers in physiology*, 13, 757663. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.757663>
- Balaguer, O., & Caparrós, T. (2021). Cuantificación de carga externa e interna en fútbol masculino semiprofesional (External and Internal Load Quantification in a semi-professional male football team). *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16(48), 275–284. <https://doi.org/10.12800/ccd.v16i48.1750>
- Barreira, J., Nakamura, F.Y., Ferreira, R., Pereira, J., Aquino, R., & Figueiredo, P. (2022). Season Match Loads of a Portuguese Under-23 Soccer Team: Differences between Different Starting Statuses throughout the Season and Specific Periods within the Season Using Global Positioning Systems. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(17), 6379. <https://doi.org/10.3390/s22176379>
- Calderón-Pellegrino, G., Gallardo, L., García-Unanue, J., Felipe, J.L., Hernández-Martín, A., Paredes-Hernández, V., & Sánchez-Sánchez, J. (2022). Physical Demands during the Game and Compensatory Training Session (MD + 1) in Elite Football Players Using Global Positioning System Device. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(10), 3872. <https://doi.org/10.3390/s22103872>
- Castillo, D., Yanci, J., & Cámara, J. (2018). Impact of Official Matches on Soccer Referees' Power Performance. *Journal of Human Kinetics*, 61, 131–140. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0116>
- Chena, M., Morcillo-Losa, J.A., Rodríguez-Hernández, M.L., Asín-Izquierdo, I., Pastora-Linares, B., & Carlos Zapardiel, J. (2022). Workloads of Different Soccer-Specific Drills in Professional Players. *Journal of Human Kinetics*, 84, 135–147. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-000075>
- Clemente, F.M., Rabbani, A., Conte, D., Castillo, D., Afonso, J., Truman Clark, C.C., Nikolaidis, P.T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Training/Match External Load Ratios in Professional Soccer Players: A Full-Season Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3057. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173057>
- Coffi, Q., Arnaud, S., Polycarpe, G., Hyacinthe, A., Folly, M., Basile, N., Murielle, H., & Martin, H.D. (2018). Changes in Echocardiographic Parameters among Beninese Soccer Referees during the Division 1 Championship in 2016. *Journal of sports medicine (Hindawi Publishing Corporation)*, 2018, 6024574. <https://doi.org/10.1155/2018/6024574>
- Costa, E. C., Vieira, C. M., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., & Aoki, M. S. (2013). Monitoring external and internal loads of brazilian soccer referees during official matches. *Journal of sports science & medicine*, 12(3), 559–564. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3772602/pdf/jssm-12-559.pdf>
- Da Silva, A., De los Santos, H., & Cabrera, C. (2012). Análisis Comparativo de la Composición Corporal de Árbitros de Fútbol de Brasil y Uruguay. *International Journal of Morphology*, 30(3), 877–882. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000300019>
- Dalen, T., Aune, T. K., Hjelde, G. H., Ettema, G., Sandbakk, Ø., & McGhie, D. (2020). Player load in male elite soccer: Comparisons of patterns between matches and positions. *PLoS One*, 15(9), e0239162. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239162>

- Delves, R.I.M., Aughey, R.J., Ball, K., & Duthie, G.M. (2021). The Quantification of Acceleration Events in Elite Team Sport: a Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00332-8>
- Djaoui, L., Owen, A., Newton, M., Nikolaidis, P.T., Dellal, A., & Chamari, K. (2022). Effects of congested match periods on acceleration and deceleration profiles in professional soccer. *Biology of Sport*, 39(2), 307–317. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.103725>
- Fernández-Ruiz, V., López-Samanes, Á., Del Coso, J., Pino-Ortega, J., Sánchez-Sánchez, J., Terrón-Manrique, P., Beato, M., & Moreno-Pérez, V. (2021). Influence of Football Match-Play on Isometric Knee Flexion Strength and Passive Hip Flexion Range of Motion in Football Referees and Assistant Referees. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11941. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211941>
- Gabrilo, G., Ostojic, M., Idrizovic, K., Novosel, B., & Sekulic, D. (2013). A retrospective survey on injuries in Croatian football/soccer referees. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14, 88. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-88>
- Gonçalves, B., Coutinho, D., Travassos, B., Brito, J., & Figueiredo, P. (2021). Match Analysis of Soccer Refereeing Using Spatiotemporal Data: A Case Study. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(7), 2541. <https://doi.org/10.3390/s21072541>
- González-Millán, C., Del Coso, J., Abián-Vicén, J., López del Campo, R., Gutiérrez, D., & Salinero, J. J. (2014). Cambios en la fuerza de miembros inferiores tras un mesociclo de pretemporada en futbolistas semiprofesionales. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (26), 52–55. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i26.34395>
- González-Ortega, J., López-Hernández, R., & Sánchez-Puche, E. (2023). Anthropometric profile and physical fitness of soccer referees from La Guajira, Colombia. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 18(57). <https://doi.org/10.12800/ccd.v18i57.2019>
- Gualtieri, A., Rampinini, E., Dello Iacono, A., & Beato, M. (2023). High-speed running and sprinting in professional adult soccer: Current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1116293. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1116293>
- Harper, D.J., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(12), 1923–1947. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01170-1>
- Harper, D.J., McBurnie, A.J., Santos, T.D., Eriksrud, O., Evans, M., Cohen, D.D., Rhodes, D., Carling, C., & Kiely, J. (2022). Biomechanical and Neuromuscular Performance Requirements of Horizontal Deceleration: A Review with Implications for Random Intermittent Multi-Directional Sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(10), 2321–2354. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01693-0>
- Lauck, B.J., Sinnott, A.M., Kiefer, A.W., Padua, D.A., Powell, J.R., Sledge, H.R., & Mihalik, J.P. (2022). Association Between Head Impact Biomechanics and Physical Load in College Football. *Annals of Biomedical Engineering*, 50(11), 1437–1443. <https://doi.org/10.1007/s10439-022-03042-8>
- Mascherini, G., Petri, C., Ermini, E., Pizzi, A., Ventura, A., & Galanti, G. (2020). Eating Habits and Body Composition of International Elite Soccer Referees. *Journal of Human Kinetics*, 71, 145–153. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0078>
- Mazaheri, R., Halabchi, F., Seif Barghi, T., & Mansournia, M.A. (2016). Cardiorespiratory Fitness and Body Composition of Soccer Referees; Do These Correlate With Proper Performance?. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(1), e29577. <https://doi.org/10.5812/asjms.29577>
- Moreno-Pérez, V., Madruga-Parera, M., Romero-Rodríguez, D., Sánchez-Sánchez, J., Felipe, J.L., Marcè-Hernández, L., Recasens-Sarrà, E., & Del Coso, J. (2021). Eccentric Hamstring Muscle Strength during Home Confinement Due to the COVID-19 Pandemic, and Football Competition Resumption in Professional Football Referees: A Prospective Observational Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9737. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189737>
- Muñoz, C., Fernandes, B., Dos Santos Silva, T., Onetti-Onetti, W., & Castillo, A. (2022). Efecto de la experiencia del árbitro de fútbol en la competición deportiva (Effect of the soccer referee's experience in sports competition). *Cultura, Ciencia y Deporte*, 17(51). <https://doi.org/10.12800/ccd.v17i51.1562>
- Nobari, H., Khalili, S.M., Oliveira, R., Castillo-Rodríguez, A., Pérez-Gómez, J., & Ardigò, L.P. (2021). Comparison of Official and Friendly Matches through Acceleration, Deceleration and Metabolic Power Measures: A Full-Season Study in Professional Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5980. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115980>

- Ozaeta, E., Fernández-Lasa, U., Martínez-Aldama, I., Cayero, R., & Castillo, D. (2022). Match Physical and Physiological Response of Amateur Soccer Referees: A Comparison between Halves and Match Periods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1306. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031306>
- Ozaeta, E., Yanci, J., Castagna, C., Romaratezabala, E., & Castillo, D. (2021). Associations between Well-Being State and Match External and Internal Load in Amateur Referees. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 3322. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063322>
- Pavillon, T., Tourny, C., Ben Abderrahman, A., Salhi, I., Zouita, S., Rouissi, M., Hackney, A.C., Granacher, U., & Zouhal, H. (2021). Sprint and jump performances in highly trained young soccer players of different chronological age: Effects of linear VS. CHANGE-OF-DIRECTION sprint training. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 19(2), 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.10.003>
- Petri, C., Campa, F., Hugo Teixeira, V., Izzicupo, P., Galanti, G., Pizzi, A., Badicu, G., & Mascherini, G. (2020). Body Fat Assessment in International Elite Soccer Referees. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(2), 38. <https://doi.org/10.3390/jfmk5020038>
- Reinhardt, L., Schwesig, R., Lauenroth, A., Schulze, S., & Kurz, E. (2019). Enhanced sprint performance analysis in soccer: New insights from a GPS-based tracking system. *PLoS One*, 14(5), e0217782. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217782>
- Riiser, A., Andersen, V., Sæterbakken, A., Ylvisaker, E., & Moe, V.F. (2019). Running Performance and Position is Not Related to Decision-Making Accuracy in Referees. *Sports Medicine International Open*, 3(2), E66–E71. <https://doi.org/10.1055/a-0958-8608>
- Sánchez-García, M., Sánchez-Sánchez, J., Rodríguez-Fernández, A., Solano, D., & Castillo, D. (2018). Relationships between Sprint Ability and Endurance Capacity in Soccer Referees. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6(2), 28. <https://doi.org/10.3390/sports6020028>
- Sánchez, M.L.M., Oliva-Lozano, J.M., García-Unanue, J., Krusturup, P., Felipe, J.L., Moreno-Pérez, V., Gallardo, L., & Sánchez-Sánchez, J. (2022). Association between Fitness Level and Physical Match Demands of Professional Female Football Referees. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10720. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710720>
- Schmidt, S.L., Schmidt, G.J., Padilla, C.S., Simões, E.N., Tolentino, J.C., Barroso, P.R., Narciso, J.H., Godoy, E.S., & Costa Filho, R.L. (2019). Decrease in Attentional Performance After Repeated Bouts of High Intensity Exercise in Association-Football Referees and Assistant Referees. *Frontiers in Psychology*, 10, 2014. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02014>
- Schulze, E., Julian, R., & Skorski, S. (2021). The Accuracy of a Low-Cost GPS System during Football-Specific Movements. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(1), 126–132. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.126>
- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(1), 73–81. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6370966/pdf/jssm-18-73.pdf>
- Teixeira, J.E., Forte, P., Ferraz, R., Leal, M., Ribeiro, J., Silva, A.J., Barbosa, T.M., & Monteiro, A.M. (2021). Monitoring Accumulated Training and Match Load in Football: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3906. <https://doi.org/10.3390/ijerph18083906>
- Vieira, P., Castillo, A., McNeil, S., Bulle, A., Schmidt, B., & Fallopa, F. (2019) Incidence of musculoskeletal injuries in soccer referees: a three-year study. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* [online]; 25(3): 258-262. <https://doi.org/10.1590/1517-869220192503182833>
- Yanci, J., Los, A.A., Grande, I., & Casajús, J.A. (2016). Change of direction ability test differentiates higher level and lower level soccer referees. *Biology of Sport*, 33(2), 173–177. <https://doi.org/10.5604/20831862.1198637>
- Zhang, Q., Léam, A., Fouré, A., Wong, D.P., & Hautier, C.A. (2021). Relationship Between Explosive Strength Capacity of the Knee Muscles and Deceleration Performance in Female Professional Soccer Players. *Frontiers in Physiology*, 12, 723041. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.723041>