
VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD AEROBIA EN FUTBOLISTAS COSTARRICENSES DE PRIMERA DIVISIÓN



JUAN RAMÓN GALLEGOS RAMÍREZ *

GABRIELA VALLES VERDUGO,

ESTEBAN HERNÁNDEZ ARMAS, IVÁN RENTERÍA **

JOSÉ MONCADA JIMÉNEZ ***

RESUMEN

El fútbol es el deporte más popular del mundo y durante un partido los jugadores profesionales pueden recorrer una distancia entre los 8 a 12 kilómetros, lo cual requiere una alta capacidad cardiorespiratoria. El propósito del estudio fue determinar la capacidad aeróbica máxima en un grupo de jugadores profesionales de fútbol de Costa Rica. Se evaluaron 30 jugadores profesionales de fútbol pertenecientes a la primera división de la Liga Profesional de Fútbol de Costa Rica. La determinación del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) se realizó por un protocolo específico para futbolistas diseñado por investigadores del Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano y con medición de gases con un carro metabólico. El valor promedio del VO_{2max} fue $53.8 \pm 5.4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. La prueba t-student para grupos independientes no reveló diferencias significativas en las variables de edad, peso, talla, índice de masa corporal (IMC) ni VO_{2max} entre quienes finalizaron la prueba en 14 min o menos y entre los que la finalizaron en 15 min o más. Se encontró una asociación entre la edad y el IMC de los jugadores ($r = 0.37$, $p = 0.047$). Se ha considerado que la valoración del VO_{2max} en jugadores de fútbol puede conducir a una mejor comprensión de la relación entre la constitución física y el desempeño deportivo, pero es necesario resaltar que se debe de incorporar otro tipo de valoraciones funcionales como la determinación del umbral anaeróbico y la economía de carrera, las cuales en conjunto con la determinación del VO_{2max} podrían asegurar información más acertada sobre

Recepción: 24 de agosto, 2018

Aceptación: 03 de octubre, 2018

.....

* Egresado de la Maestría en Educación Física y Deporte Escolar. Facultad de Deportes. Universidad Autónoma de Baja California, México.

** Profesores de la Facultad de Deportes Campus Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California, México.

*** Investigador del Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano. Universidad de Costa Rica. Contacto: irenteria@uabc.edu.mx

el estado funcional del atleta, e identificar sus características y concordancia con los requerimientos del deporte, ya que para el fútbol dichos requerimientos implican una combinación de habilidades motoras gruesas y finas.

ABSTRACT

Football is the most popular sport in the world and during a game, professional players can cover a distance between 8 and 12 kilometers, which requires a high cardiorespiratory capacity. The purpose of the study was to determine the maximum aerobic capacity in a group of professional soccer players from Costa Rica. We assessed 30 professional First Division football players of the Professional Football League of Costa Rica. Direct determination of maximum oxygen consumption (VO_{2max}) was made with a gas measurement analyzer and researchers from the Center of Research in Human movement sciences of Costa Rica designed a specific protocol for football players. The average value of the VO_{2max} was $53.8 \pm 5.4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. The T-student test for independent groups did not reveal significant differences in the variables of age, weight and size, body mass index (BMI) or VO_{2max} among those who finished the test in 14 minutes or less and among those who finished it in 15 minutes or more. An association was found between the age and the BMI of the players ($R = 0.37, p = 0047$). It is considered that the assessment of VO_{2max} in football players can lead to a better understanding of the relationship between the physical constitution and sport performance, however, it's necessary to emphasize that another type of functional test, such as the anaerobic threshold and the running economy should be incorporated in the assessment of football players, which together with the determina-

tion of the VO_{2max} could ensure more accurate information about the functional status of the athlete, and identify its characteristics and concordance with the Sport requirements, since for football these requirements imply a combination of motor skills.

PALABRAS CLAVE: Futbolistas profesionales, consumo de oxígeno máximo, evaluación, rendimiento deportivo.

KEYWORDS: Professional football players, maximum oxygen consumption, evaluation; sports performance.

INTRODUCCIÓN

El futbol asociación es el deporte más popular del mundo, ya que puede ser practicado por hombres y mujeres, niños, jóvenes y adultos a diferente intensidad y nivel de juego. Uno de los factores que hace que crezca la popularidad del futbol en el ámbito mundial, es que no se necesita ser un atleta de alto rendimiento para practicarlo, ya que se puede realizar como actividad recreativa o deportiva, de acuerdo a las capacidades físicas y técnico-tácticas de los practicantes, siendo estos factores los que dictarán el nivel de competitividad que puede llegar a desarrollar un jugador a lo largo de su carrera deportiva (Meneses y Avalos González, 2013).

Durante un partido de 90 minutos los jugadores de futbol en un nivel “profesional o elite” en diferentes ligas a nivel mundial pueden recorrer una distancia entre 8 y 12 km, a una intensidad de ejercicio próxima al umbral anaeróbico; independientemente de otras actividades que realiza el jugador como patear, saltar, barrerse, girar, cambiar de paso al correr, además de realizar una amplia cantidad de contracciones musculares para mantener o quitar la posesión del balón a un adversario (Rienzi et al., 2000;

Bangsbo, 1994; Bangsbo et al., 1991). Se ha reportado que los jugadores que ocupan la posición del medio campo son los que recorren la mayor distancia, y que la intensidad del partido se reduce entre un 5 a 10% durante el segundo tiempo, periodo en el que en general los jugadores recorren menos distancia (Al-Hazzaa et al., 2001).

Debido a la duración de un partido, el fútbol es un deporte que depende en su gran mayoría del metabolismo aeróbico para generar energía. La intensidad promedio de trabajo para un futbolista de élite, medida en porcentajes de la frecuencia cardiaca máxima (FC_{máx}) durante un partido de 90 minutos de duración es cercana al umbral anaeróbico (García-García, 2005). Sin embargo, no se ha podido medir de una manera exacta cuál es la intensidad del esfuerzo físico que realiza un jugador durante un periodo de 90 minutos o en cada tiempo de juego debido a que se presenta una pérdida substancial de información específica. Por lo que adquiere importancia valorar otros parámetros que reporten una alta sensibilidad al esfuerzo físico, como lo es el consumo de oxígeno (VO₂).

El VO₂ es un parámetro que mide la capacidad aeróbica de un sujeto y se define como la cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber del medio ambiente en una unidad de tiempo. Su medición permite la cuantificación del metabolismo energético y del potencial atlético de un individuo (López-Chicharro & Fernández-Vaquero, 2006) ya que el oxígeno es el principal aceptor de electrones en la reducción de combustibles metabólicos para generar energía química en la forma de Adenosín Trifosfato (ATP) por el proceso de la fosforilación oxidativa. La reducción del oxígeno permite una mayor disposición de la energía libre por medio de transferencia de electrones en la mitocondria a nivel celular. Este

proceso causa que el metabolismo aeróbico proporcione al menos cuatro veces más energía por molécula de glucosa oxidada, que cualquiera de las vías anaeróbicas más eficientes (Thannickal, 2008).

El VO₂ puede obtenerse a través de mediciones directas e indirectas. Las primeras se realizan a través de analizadores de gases computarizados, que determinan la diferencia de oxígeno (O₂) entre el aire ambiental y el aire espirado de los sujetos evaluados. Las segundas determinan el VO₂ mediante la aplicación de pruebas de campo y ecuaciones de predicción donde se evalúan variables como la frecuencia cardiaca (FC), la velocidad de carrera y la distancia recorrida en un tiempo determinado, entre otros (Branson, 1990).

Para realizar pruebas de esfuerzo físico, los ergómetros de tapiz rodante o banda sin fin son las máquinas más utilizadas en los laboratorios para que los sujetos realicen un esfuerzo físico máximo o submáximo susceptible de medirse (Wilmore & Costill, 2007). Por ello, se les considera como la mejor opción para evaluar el rendimiento físico o la capacidad aeróbica de los sujetos, debido a que cuentan con sistemas de control de las variables relacionadas con la intensidad del esfuerzo como son la velocidad e inclinación durante una caminata o carrera cuesta arriba (Fox et al., 1993). La banda ergométrica debe tener dimensiones adecuadas para valorar el esfuerzo físico en los sujetos, por lo que este artefacto otorga grandes ventajas, como lo es la gran facilidad de adaptación de las personas para caminar o correr sobre ella, especialmente los deportistas.

De acuerdo al nivel de esfuerzo, las pruebas físicas se clasifican en máximas y submáximas y se caracterizan por la ejecución de ejercicio continuo, donde exista una carga de trabajo incremental. Las pruebas de

esfuerzo máximo se realizan con mayor frecuencia para determinar la capacidad aeróbica en atletas y su principal objetivo es llevar al sujeto a su máxima capacidad motivándolo a esforzarse hasta llegar a la fatiga, o hasta cubrir una cantidad mínima de parámetros fisiológicos utilizados como criterios para determinar que la prueba fue de esfuerzo máximo (Lear et al., 1999). Casajús et al. (2009) señalan cuatro parámetros fisiológicos para considerar si el esfuerzo es máximo o submáximo: a) que el valor del VO₂ alcanzado en el último y penúltimo estadio de la prueba no presente una diferencia mayor a 150 ml/min, b) el nivel de la FC sea mayor al 95% de su valor máximo, c) la tasa de intercambio respiratorio (TIR) sea igual o mayor a 1.10, y finalmente, d) que la producción de lactato (L) presente un nivel de concentración en el torrente sanguíneo igual o mayor a 4 mmol/L. Sin embargo, estos autores reportan que no es muy usual que se considere utilizar todos estos parámetros en protocolos de investigación, ya que la mayoría de los estudios se basan solo en dos o tres de estos cuatro parámetros para considerar una prueba como máxima.

Para obtener resultados válidos en una prueba de esfuerzo, se debe utilizar un protocolo adecuado a la población que se va a evaluar, por lo que existen diversos protocolos para banda sin fin, siendo el más popular el de Bruce. Este un protocolo de velocidad e inclinación variables, pero una desventaja es que se presentan grandes incrementos en las cargas de trabajo, lo que provoca que la estimación del VO_{2max} sea menos exacta, ya que algunos sujetos se ven forzados a suspender la prueba por dificultades musculares y no por limitaciones cardiovasculares (Fletcher et al., 1990). Es evidente que por las características específicas del fútbol, no existe un protocolo es-

pecífico en futbolistas (Kemi, Hoff, Engen, Helgerud, & Wisloff, 2003); por lo que para este estudio se utilizó un protocolo de inclinación que consistió en incrementar cada dos minutos la inclinación y la velocidad de la banda.

Las demandas fisiológicas y físicas de los jugadores de fútbol, son específicas de acuerdo al nivel de competición en que se encuentran; sin embargo, estas características también dependen en gran medida de la posición en que se desempeñe un jugador y el estilo de juego del equipo. Por estas razones, se dificulta describir un perfil fisiológico predeterminado en este deporte, ya que al compararse con deportes que se practican de manera individual, los aspectos fisiológicos y morfológicos están delimitados con mayor precisión (Rodríguez y Echegoyen, 2005).

Tønnessen et al. (2012), señalan en su estudio longitudinal sobre futbolistas profesionales noruegos, que no existen diferencias significativas en los valores de VO_{2max} entre jugadores a nivel de selección nacional y los de primera y segunda división, incluso al compararlos con los jugadores a nivel juvenil, no hubo modificaciones en dicha variable. Sin embargo, al comparar los jugadores por posición de juego, los mediocampistas fueron los que reportaron los valores más elevados de VO_{2max} respecto a los defensas, delanteros y porteros. Por otra parte, los jugadores de 18 años presentaron mayores valores de VO₂ respecto a los de 23 y 26 años. Por último, los autores reportaron que los jugadores presentaron los menores valores de VO_{2max} cuando se encontraban fuera de temporada.

Bangsbo y Michalsik (2002) reportaron que en jugadores de fútbol élite el VO_{2max} varía entre 50 – 75 ml•kg⁻¹•min⁻¹ para los jugadores de campo mientras que para los porteros es de 50 – 55 ml•kg⁻¹•min⁻¹. Al

realizar una comparación con datos históricos de equipos profesionales a nivel mundial; los jugadores de esta nueva década han ido incrementando la capacidad aeróbica respecto a los resultados obtenidos en la década de los años 80's, posiblemente debido a los nuevos sistemas de juego, donde se enfoca más hacia aspectos ofensivos pudiera ser una variable que intervenga en el incremento de la capacidad aeróbica.

En el año 2008 se evaluó el $VO_{2\text{máx}}$ por método directo a una muestra de 219 jugadores profesionales de fútbol de la liga profesional de Costa Rica durante la pretemporada (Ureña & Cabrera, 2009). Los investigadores no encontraron diferencias significativas entre los jugadores de acuerdo a la posición de juego, además de que los valores de $VO_{2\text{máx}}$ presentados por los jugadores fueron similares a los obtenidos por jugadores del mismo nivel de competencia de otras ligas profesionales de fútbol.

En España (Piqueras, Malavés, & López, 2010) en un estudio longitudinal sobre el $VO_{2\text{máx}}$ en jugadores jóvenes, destacaron que este parámetro de desempeño físico no presenta diferencias significativas durante el periodo de edad de los 15 a 18 años, pudiendo influir la economía de carrera como una variable moderadora para que el $VO_{2\text{máx}}$ no se modifique significativamente durante la etapas subsiguientes de su vida deportiva.

En este contexto, el propósito del estudio fue determinar el $VO_{2\text{máx}}$ en un grupo de jugadores profesionales de fútbol de Costa Rica utilizando una prueba de esfuerzo en banda sin fin.

MÉTODO

PARTICIPANTES

El presente estudio se enmarca dentro de una recogida de datos realizada a futbolistas

profesionales pertenecientes a clubes de primera división de la Liga de Fútbol Profesional de Costa Rica, quienes fueron sometidos a un protocolo de ejercicio gradual máximo diseñado específicamente para evaluar futbolistas durante la pretemporada 2008 - 2010 en el Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (CIMO HU) de la Universidad de Costa Rica. Para el presente estudio se seleccionaron aleatoriamente en el año 2015 los resultados de 30 sujetos. A todos los participantes se les aplicó una evaluación de su historial de salud siguiendo los lineamientos de la American College of Sports Medicine (ACSM) para descartar algún riesgo de salud. De igual forma se les realizó un ecocardiograma y un electrocardiograma para descartar enfermedades cardiovasculares debido a que el protocolo de ejercicio estaba diseñado para llevarlos al máximo de sus capacidades físicas.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y VARIABLES DE ESTUDIO

El presente es un estudio descriptivo y comparativo entre un grupo de sujetos a los cuales se les realizó una prueba de esfuerzo máximo en una banda sin fin donde se determinaron las variables de FC, el $VO_{2\text{máx}}$ y el tiempo de finalización de la prueba.

PROCEDIMIENTOS

Para reclutar al grupo de futbolistas, el CIMOHU llevó a cabo una reunión con directivos de la Liga Profesional de Fútbol de Costa Rica para realizar un acuerdo de colaboración en el que se estipuló que se valoraría a los jugadores en las instalaciones del Centro de Investigación. Para la prueba ergométrica se solicitó a los sujetos que tuvieran un descanso reparador de entre 8 y 10 horas, y que asistieran con short de fútbol, camiseta y zapatillas para correr. Además, se les solicitó presentarse con un ayuno no menor de dos horas ni mayor a cuatro, que no consumieran bebidas alcohólicas, café u otras que contuvieran cafeína y que no fumaran el día de

la prueba. Por último, se les pidió que no realizaran actividades físicas extenuantes 24 horas previas a la prueba (Vehrs et al., 2007).

En el momento que llegaron al laboratorio se les explicó en qué consistía el protocolo, cómo debían subirse y bajarse de la banda ergométrica, y que la prueba era máxima por lo que debían llegar hasta el agotamiento (Vehrs et al., 2007). Se les midió el peso corporal en una báscula electrónica marca Tanita (Tanita Corp., Japón), la estatura de pie con un estadiómetro marca Novel Products Inc. (Rockton, IL, USA)

y los signos vitales en reposo (i.e., FC, frecuencia respiratoria, tensión arterial), para ingresarlos en el programa del carro metabólico marca Cosmed, modelo Quark B2 (Cosmed SRL, Italia). Se utilizó un protocolo específico para futbolistas diseñado por investigadores del CIMOHU, el cual era de velocidad variable, donde la velocidad inicial fue de 6 km/h. La pendiente fue variable, iniciando a una inclinación de 0%, que fue aumentando cada dos etapas de 2 minutos en 1% como se describe a continuación (Tabla 1):

TABLA 1 PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESFUERZO PARA FUTBOLISTAS

ETAPA	TIEMPO (MIN)	INCLINACIÓN (%)	VELOCIDAD (KM/H)
1	3	0	6
2	2	0	11
3	2	2	11
4	2	3	11
5	2	3	13
6	2	4	13
7	2	4	14
8	2	4	15

Se permitió una primera fase de calentamiento para que el sujeto se familiarizara con la banda; aquí se estableció la velocidad a la que correría una vez iniciada la prueba. Al finalizar la prueba, se disminuyó la velocidad y la inclinación para la recuperación hasta lograr que la FC retornara al menos al 80% de la FC_{máx} predicha (220-edad).

La prueba se dio por terminada de acuerdo a los siguientes criterios: a) cuando el sujeto señalaba que no quería continuar con el test, b) que el VO₂ se mantuviera igual entre un cambio de etapa o no incrementaba 2 ml•kg⁻¹•min⁻¹, c) que la TIR fuera igual o mayor a 1.10, y d) cuando la FC pasara del 100% de la predicha para su edad.

El equipo Quark B2 fue calibrado diariamente con gases certificados antes de realizar cada prueba. La banda ergométrica fue la T-150 marca Cosmed con interface conectado al ana-

lizador de gases para llevar a cabo el protocolo. La FC fue evaluada por un monitor telemétrico marca Polar (Polar, Finlandia) conectado directamente a la banda sin fin. Se obtuvo la TIR reflejado como el resultante de VCO₂/VO₂.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS, versión 20, utilizando un nivel de significancia de p < 0.05. Se obtuvo la media (M) y desviación estándar (± DE) como estadística descriptiva para las variables edad, talla, peso, IMC, y VO_{2máx}. Se utilizó una prueba t-student para grupos independientes para comparar la media en cada variable dependiendo del tiempo de duración para alcanzar el VO_{2máx}, y se calculó una prueba de correlación de Pearson entre las variables dependientes del estudio.

RESULTADOS

En el estudio se incluyeron datos de 30 jugadores de fútbol de la liga profesional de fútbol

de Costa Rica. La estadística descriptiva de la muestra se observa en la tabla 2.

TABLA 2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE JUGADORES PROFESIONALES DE FUTBOL DE COSTA RICA (N = 30)

VARIABLE	MEDIA	± DE	MÍNIMO	MÁXIMO
EDAD (AÑOS)	24.3	3.7	19.0	34.0
ESTATURA (CM)	175.7	5.8	163.0	184.0
PESO (KG)	71.4	5.9	61.1	83.0
IMC (KG/M2)	23.1	1.2	20.8	25.3
VO _{2MÁX} (ML·KG-1·MIN-1)	53.8	5.4	41.8	63.1

En la tabla 3 se muestra la estadística descriptiva por posición de los jugadores en el campo de juego.

TABLA 3. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE JUGADORES PROFESIONALES DE FUTBOL DE COSTA RICA POR POSICIÓN EN EL CAMPO DE JUEGO (N = 30)

VARIABLE	POSICIÓN EN EL CAMPO DE JUEGO			
	PORTEROS (N = 2)	DEFENSAS (N = 12)	MEDIOS (N = 8)	DELANTEROS (N = 8)
EDAD (AÑOS)	25.0 ± 4.2	23.5 ± 3.8	25.1 ± 3.3	24.4 ± 4.4
TALLA (CM)	179.0 ± 1.4	175.4 ± 6.8	177.4 ± 4.4	173.3 ± 5.8
PESO (KG)	73.0 ± 4.2	71.4 ± 7.0	71.7 ± 5.2	70.7 ± 5.9
IMC (KG/M2)	22.8 ± 1.0	23.2 ± 1.2	22.8 ± 1.1	23.5 ± 1.5
VO _{2MÁX} (ML·KG-1·MIN-1)	49.9 ± 4.9	53.4 ± 7.0	54.1 ± 3.1	55.4 ± 4.4

La prueba t-student para grupos independientes no reveló diferencias significativas en las variables de edad, peso, talla, IMC ni VO_{2MÁX}

entre quienes finalizaron la prueba en 14 min o menos y entre los que la finalizaron en 15 min o más (Tabla 4).

TABLA 4. COMPARACIÓN DE ENTRE LOS JUGADORES QUE ALCANZARON SU VO_{2MÁX} EN 14 MINUTOS O MENOS Y ENTRE QUIENES LO ALCANZARON EN 15 MINUTOS O MÁS (N = 30)

VARIABLE	TIEMPO DE FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA DE VO _{2MÁX}		P
	≤ 14 MINUTOS (N = 10)	≥ 15 MINUTOS (N = 20)	
VO _{2MÁX} (ML·KG-1·MIN-1)	52.9 ± 5.8	54.6 ± 5.0	0.403
EDAD (AÑOS)	24.1 ± 4.4	24.4 ± 3.1	0.793
TALLA (CM)	177.4 ± 5.6	174.2 ± 5.8	0.135
PESO (KG)	72.7 ± 6.1	70.4 ± 5.7	0.287
IMC (KG/M2)	23.1 ± 1.3	23.2 ± 1.2	0.847

En el gráfico 1 se observa el tiempo que requirieron los jugadores para lograr alcanzar su VO_{2max} durante la prueba incremental de ejercicio. El mayor porcentaje de jugadores (23.3%)

requirieron 17 minutos para alcanzar su VO_{2max} , aunque desde los 8 minutos ya un jugador lo había alcanzado.

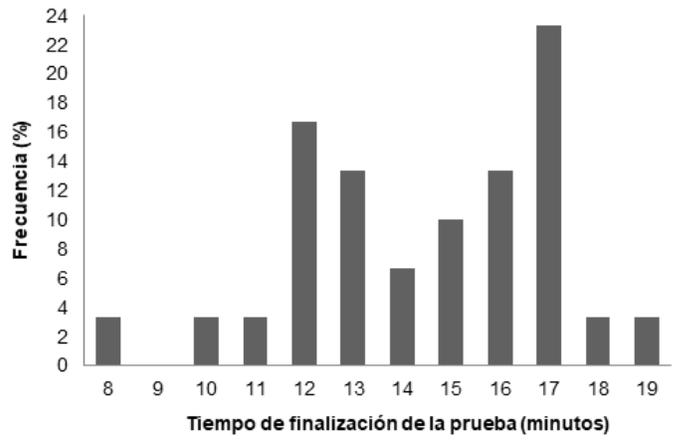


GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE JUGADORES QUE ALCANZARON EL VO_{2max} EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PRUEBA (N = 30).

En el gráfico 2 se observan los valores del VO_{2} minuto a minuto durante la

prueba gradual de ejercicio, de cada participante.

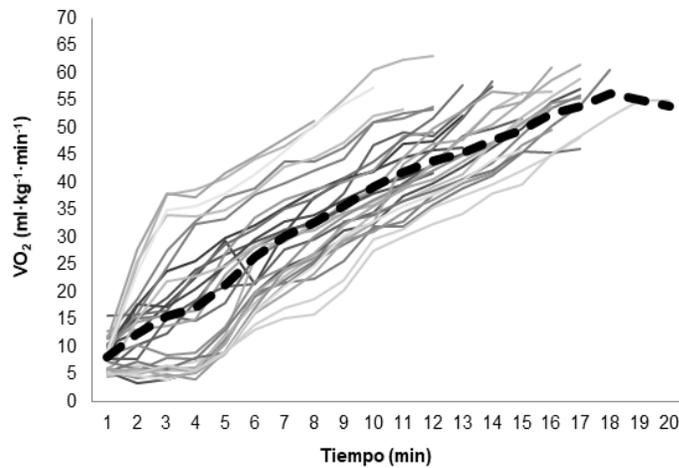


GRÁFICO 2. RESULTADOS INDIVIDUALES EN EL VO_{2max} . LA MEDIA GRUPAL SE PRESENTA EN UNA LÍNEA DISCONTINUA (N = 30).

En el gráfico 3 se aprecia la media de valores, minuto a minuto, entre los jugadores que requirieron ≤ 14 minutos y ≥ 15 minutos para

alcanzar su VO_{2max} , así como la media de todos los jugadores (en línea de puntos).

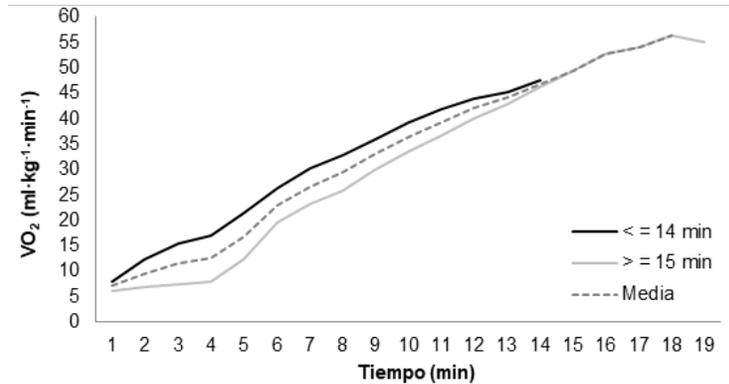


GRÁFICO 3. VALORES DEL VO_{2max} EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA. LA LÍNEA DISCONTINUA REPRESENTA EL PROMEDIO GRUPAL GENERAL. (N = 30).

En el gráfico 4 se muestra la media grupal de todos los jugadores y las diferencias estadísticas

significativas entre cada minuto de la prueba gradual de ejercicio máximo.

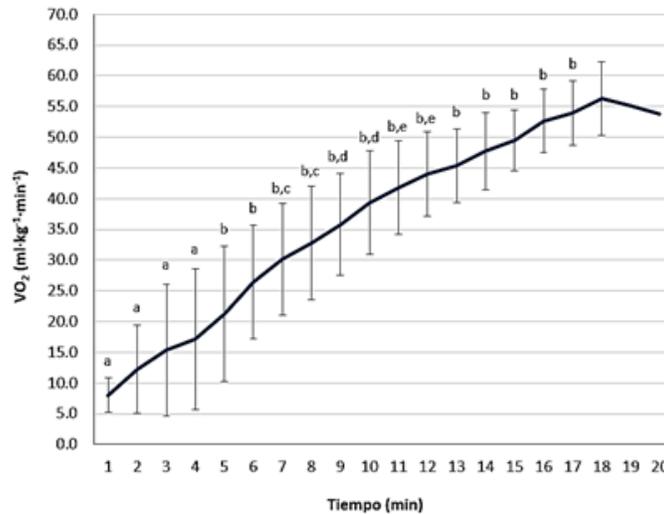


GRÁFICO 4. VALORES PROMEDIO (\pm DE) DEL VO_{2max} EN JUGADORES DE FÚTBOL PROFESIONAL DE COSTA RICA (N = 30). $p < 0.05$ ENTRE LETRAS DIFERENTES.

Finalmente, en el gráfico 5 se muestra la correlación significativa entre el IMC y la edad en los jugadores.

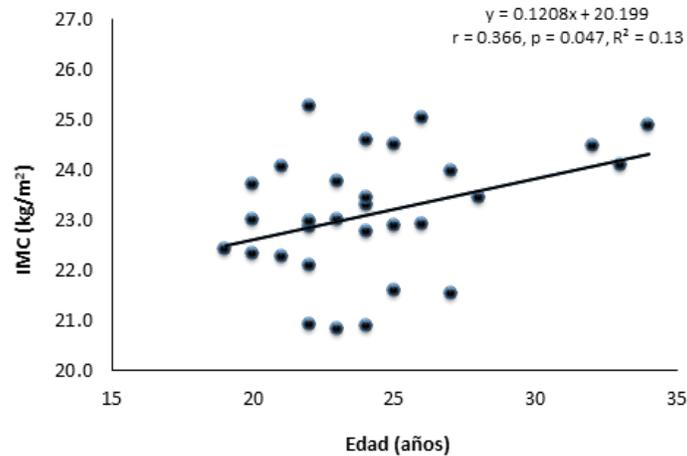


GRÁFICO 5. CORRELACIÓN ENTRE EL IMC Y LA EDAD EN JUGADORES DE FÚTBOL PROFESIONAL DE COSTA RICA (N = 30).

DISCUSIÓN

El principal resultado de este estudio fue que en jugadores profesionales de fútbol no influye el tiempo que tardan en alcanzar sus niveles máximos de consumo de oxígeno al no presentarse diferencias significativas entre jugadores que llegaron a su esfuerzo máximo antes de 14 minutos o después de 15 minutos. Una posible razón del por qué no se presentaron diferencias significativas en los valores del $VO_{2máx}$ puede ser atribuida a una falta de consistencia o uniformidad del protocolo de la prueba para evaluar el consumo de oxígeno máximo, así como la etapa de la temporada en la que fueron evaluados.

Los valores encontrados de $VO_{2máx}$ fueron menores a los reportados por Tønnessen et al. (2012) en jugadores profesionales pertenecientes a diferentes niveles de competición de la liga profesional de Noruega, pudiendo ser esto atribuido a marcadas diferencias en las características físicas y fisiológicas de los jugadores latinoamericanos respecto a los jugadores europeos, ya que los resultados del $VO_{2máx}$ de los sujetos de este estudio fueron similares a los reportados

en jugadores profesionales brasileños (Da Silva, Bloomfield, & Marins, 2008) y costarricenses (Ureña & Cabrera, 2009).

En este trabajo no se encontraron diferencias en los valores de $VO_{2máx}$ entre los porteros y los demás jugadores. Es probable que estas diferencias se encuentren marcadas en la literatura (Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000; Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005) debido al mayor número de sujetos incluidos en los estudios, mientras que en el presente trabajo el tamaño de muestra es considerablemente menor. Otro aspecto destacable que podría influir en que no se presentaron diferencias en los valores del $VO_{2máx}$ por posición de juego, es que en los países latinoamericanos la detección de jugadores de fútbol se enfoca más hacia aspectos técnicos y no tanto en aspectos antropométricos y fisiológicos como en los países europeos (Da Silva et al., 2008).

Stølen et al. (2005) señalaron que es importante reconocer que los valores del $VO_{2máx}$ no son el único predictor del rendimiento aeróbico en los jugadores de fútbol, ya que también

depende de otros elementos importantes como el umbral anaeróbico y la economía de carrera, ya que el fútbol implica un patrón de ejercicio interválico e intermitente que involucra ambos sistemas energéticos al momento en que los jugadores realizan diferentes patrones de movimiento.

Al observar la media grupal de todos los jugadores y las diferencias estadísticamente significativas entre cada minuto de la prueba gradual de ejercicio máximo, se observa que los valores encontrados de VO_{2max} fueron diferentes a partir del minuto 8 y hasta el 13, pudiendo este fenómeno explicar el por qué no se encontraron diferencias significativas en los jugadores evaluados al establecer como punto de corte en el análisis estadístico el minuto 1 de la prueba.

CONCLUSIONES

Se ha considerado que la valoración del perfil cardiorrespiratorio en los jugadores de futbol puede conducir a una mejor comprensión de la relación entre la constitución física y el desempeño, pero es necesario resaltar que se debe incorporar otro tipo de valoraciones funcionales como la determinación del umbral anaeróbico y la economía de carrera, las cuales en conjunto con la determinación del VO_{2max} podrían asegurar información más acertada sobre el estado cardiovascular del atleta, e identificar sus características y concordancia con los requerimientos del deporte, ya que para el fútbol dichos requerimientos implican una combinación de habilidades motoras gruesas y finas.

Por otra parte, se percibe que la capacidad física en los jugadores de futbol influye en su desempeño técnico y sus decisiones tácticas, así como también en la frecuencia en que pueden ocurrir lesiones. Por lo que la toma de decisiones sobre la información presentada en este estudio puede ser útil para los jugadores y entrenadores en la búsqueda de la especificidad de su entrenamiento.

Considerándose todos los avances que da un alto nivel de preparación física en los atletas, es de gran importancia para el entrenador y preparador físico enfocar los procesos de evaluación del rendimiento físico en determinar la magnitud y ritmo de cambio generados por un programa de entrenamiento determinado.

Asimismo se sugiere profundizar en la relación entre los factores psicológicos y las lesiones deportivas, como mencionan Pazo, Sáenz-López y Frauda (2012) porque existe una resistencia y/o ignorancia sobre el papel del psicólogo para la prevención de lesiones y es necesario incluir a este profesional en virtud de los datos, técnicas, prácticas e instrumentos que utiliza el psicólogo del deporte.

REFERENCIAS

- Al-Hazzaa, H., Al-Muzaini, K., Al-Refae, S., Sulaiman, M., Dafterdar, M., Al-Ghamedi, A., & Al-Khuraiji, K. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Bangsbo, J., & Michalsik, L. (2002). Assessment of the physiological capacity of elite soccer players. *Science and football IV*, 53-62.
- Bangsbo, J. (2004). *Fitness training in soccer: a scientific approach*. Reedswain Inc.
- Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 16(2), 110-116.
- Branson, R. D., & Johannigman, J. A. (2004). The measurement of energy expenditure. *Nutrition in Clinical Practice*, 19(6), 622-636.
- Da Silva, C. D., Bloomfield, J., & Marins, J. C. B. (2008). A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in Brazilian soccer. *Journal of sports science & medicine*, 7(3), 309.

- Doyle, J. A., & Martinez, A. L. (1998). Reliability of a protocol for testing endurance performance in runners and cyclists. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 69 (3), 304-307.
- Eskurza, I., Donato, A. J., Moreau, K. L., Seals, D. R., & Tanaka, H. (2002). Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7-yr follow-up. *Journal of Applied Physiology*, 92, 2303-2308.
- Fitzgerald, M. D., Tanaka, H., Tran, Z. V., & Seals, D. R. (1997). Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. Sedentary women: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 1, 160-165.
- Fletcher, G., Froelicher, V., Hartley, L., Haskell, W., & Pollock, M. (1990). Exercise standards. A statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 82(6), 2286-2322.
- Fox, E. (1992). *Fisiología del deporte*. México: Panamericana.
- Garatachea, N., García, D., & De Paz, J. (2005). Diferentes modelos de regresión para describir la relación VO₂-FC y para estimar el VO₂ a diferentes intensidades de esfuerzo. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 1 (3), 131-135.
- García García, Ó. (2005). Estudio de la frecuencia cardiaca del futbolista profesional en competición: Un modelo explicativo a partir del contexto de la situación de juego. Tesis de doctorado. Repositorio Universidad de Coruña.
- Kemi, O., Hoff, J., Engen, L., Helgerud, J., & Wisloff, U. (2003). Soccer specific testing of maximal oxygen uptake. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(2), 139.
- Lear, S. A., Brozic, A., Myers, J. N., & Ignaszewski, A. (1999). Exercise stress testing, an overview of current guidelines. *Journal of Sports Medicine*, 27 (5), 285-312.
- Loftin, M., Sothorn, M., Warren, B., & Udall, J. (2004). Comparison of VO₂ peak during treadmill and cycle ergometry in severely overweight youth. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 254-260.
- López-Chicharro, J., & Fernández-Vaquero, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. Editorial Médica Panamericana., 3.
- Martinez, E. J. (2002). *Aptitud Física*. Paidotribo, 1, 94-95.
- Meneses, G. A., & Avalos González, J. M. (2013). La investigación del futbol y sus nexos con los estudios de comunicación: Aproximaciones y ejemplos. *Comunicación y sociedad* (20), 33-64.
- Michalsik, L. B., & Bangsbo, J. (2002). *Aerob og anaerob training*. Danmarks Idræts-Forbund og Center for Idrætsforskning.
- Norton, K., & Olds, T. (1996). *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses*. UNSW press.
- Piqueras, P. G., Malavés, R. A., & López, V. F. (2010). Seguimiento longitudinal de la evolución en la condición aeróbica en jóvenes futbolistas. Apuntes. *Medicina de l'Esport*, 45(168), 227-234.
- Raurich, J., & Ibáñez, J. (2007). Coste de oxígeno de la respiración y predicción del éxito de la desconexión de la ventilación mecánica. *Medicina intensiva*, 31(4), 172-178.
- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *Journal of sports sciences*, 23(6), 561-572.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 669-683.

- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E. L., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 162.
- Rodríguez Gutiérrez, C., & Echegoyen Monroy, S. (2005). Características antropométricas fisiológicas de jugadores de fútbol de la selección mexicana. *Arch. med. deporte*, 33-37.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Thannickal, V. J. (2009). Oxygen in the evolution of complex life and the price we pay. *American journal of respiratory cell and molecular biology*, 40(5), 507-510.
- Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2012). VO₂ max Characteristics of Male Professional Soccer Players 1989-2012. *International journal of sports physiology and performance*.
- Ureña, B. S., & Cabrera, J. S. (2009). Determinación del consumo máximo de oxígeno del futbolista costarricense de primera división en pretemporada 2008. *MHSALUD: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 6(2).
- Vehrs, P. R., George, J. D., Fellingham, G. W., Plowman, S. A., & Dustman-Allen, K. (2007). Submaximal treadmill exercise test to predict VO_{2max} in fit adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 11(2), 61-72.
- Weiss, E. P., Spina, R. J., Holloszy, J. O., & Ehsani, A. A. (2006). Gender differences in the decline in aerobic capacity and its physiological determinants during the later decades of life. *Journal of Applied Physiology*, 101, 938-944.
- Wilmore, J. H., & Costil, D. L. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Editorial Paidotribo., 6.