



Medición del consumo máximo de oxígeno en futbolistas profesionales de Bogotá

Maximum oxygen consumption measurement in professional football players of Bogotá

Diego Camilo Blanco-Espitia¹ ; Ruben Dario Blanco-Espitia¹ ; Angela Yazmín Gálvez-Pardo^{1*} ; Yenny Paola Argüello-Gutiérrez¹ ; Laura Elizabeth Castro-Jimenez¹

¹Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.C., Colombia; e-mail: diegoblanco@usantotomas.edu.co; rubenblanco@usantotomas.edu.co; angelagalves@usantotomas.edu.co; yenniarguello@usantotomas.edu.co; laura.castro@usantotomas.edu.co

*autor de correspondencia: angelagalves@usantotomas.edu.co

Cómo citar: Blanco-Espitia, D.C.; Blanco-Espitia, R.D.; Gálvez-Pardo, A.Y.; Argüello-Gutiérrez, Y.P.; Castro-Jimenez, L.E. 2023. Medición del consumo máximo de oxígeno en futbolistas profesionales de Bogotá. Revista Digital: Actividad Física y Deporte. 9(1):e2262. <http://doi.org/10.31910/rdafd.v9.n1.2023.2262>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista Digital: Actividad Física y Deporte, bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: julio 11 de 2022 **Aceptado:** noviembre 8 de 2022 **Editado por:** Néstor Ordoñez Saavedra

RESUMEN

Introducción: en el fútbol colombiano no existe una guía clara para los entrenadores frente a la evaluación de la resistencia, una de las capacidades condicionales más implicadas en la realidad de este deporte, la cual, se evalúa mediante el consumo máximo de oxígeno. **Objetivo general:** establecer una clasificación del VO₂ máx. para los futbolistas profesionales colombianos. **Materiales y métodos:** se evaluaron 39 futbolistas profesionales, con una edad media de 20,82 ± 2 años, una talla de 1,76 ± 0,06 m y un peso de 71,66 ± 6,3 kg. **Resultados y discusión:** se obtuvo el peso mediante una báscula de bioimpedancia Inbody770 y se evaluó el consumo de oxígeno, mediante la prueba de Léger. Con los resultados obtenidos, se establecieron categorías, mediante el método de intervalos de clase, resultando seis categorías comprendidas entre el valor mínimo (45,00 ml/kg/min) y máximo encontrados (59,6 ml/kg/min). **Conclusión:** los futbolistas de Bogotá presentaron valores medios de VO₂ máx. inferiores a los de la mayoría de las poblaciones profesionales estudiadas en otras investigaciones.

Palabras clave: Adulto joven; Aptitud cardiorrespiratoria; Capacidad aeróbica; Consumo de oxígeno; Fútbol profesional.

ABSTRACT

Introduction: Colombian football does not have a clearly trainer's guide for the evaluation of resistance, one of the principal conditional capacities involved in football, which is assessed by the maximal oxygen consumption. **General objective:** To establish a VO₂ max. scale for the Colombian professional football players. **Materials and methods:** 39 professional football players were evaluated, with an average age 20,82 ± 2 years, height 1,76 ± 0,06 m and weight 71,66 ± 6,3 kg. **Results and discussion:** The mass was obtained by the bioimpedance scale Inbody 770 and the oxygen consumption through the Léger test. Using the results, a scale was constructed with the class interval method, resulting six categories, comprise between the minimum (45,00 ml/kg/min) and maximum (59,6 ml/kg/min) values obtained. **Conclusion:** The soccer players from Bogotá reveal a VO₂max lower medium value compared with most of the professional soccer players studied in other investigations.

Keywords: Aerobic capacity; Cardiorespiratory fitness; Oxygen consumption; Professional football; Young adult.

INTRODUCCIÓN

El fútbol es actualmente el deporte dominante, a nivel mundial (Sánchez Rojas *et al.* 2021), al igual que en Colombia, tanto a nivel aficionado como a nivel profesional. Por tener esta relevancia, se espera que existan estudios en cada uno de los aspectos que conforman este deporte; sin embargo, se presentan vacíos en la investigación de algunos campos, que permiten potenciar el desempeño de los futbolistas o reconocer las fortalezas y debilidades, especialmente, en los jugadores profesionales.

Por esto, se hace necesario examinar las características de los deportistas, para así potenciar aquellas capacidades, de mayor importancia en el desempeño, durante la práctica deportiva, siendo una de ellas, la capacidad aeróbica, un indicador fisiológico del funcionamiento respiratorio, cardiovascular y metabólico de un individuo, relacionado con la capacidad de realizar esfuerzos prolongados (Rosa Guillamón *et al.* 2019). La capacidad aeróbica puede ser evaluada mediante el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.), entendido como la cantidad máxima de oxígeno utilizada por el cuerpo en un minuto, indicador de la capacidad de generar energía, mediante procesos metabólicos, que permiten realizar un trabajo físico (Malacko *et al.* 2013).

Un buen desarrollo de la capacidad aeróbica facilita a los futbolistas realizar sprints repetitivos, acciones indispensables para un adecuado rendimiento (Rampinini *et al.* 2009); un VO₂ máx. alto ayuda a mantener una mayor intensidad durante la competencia y cubrir una mayor distancia en el campo, dando una ventaja a los jugadores que tienen un buen VO₂ máx. (Abdelaziz, 2011). Adicionalmente, el VO₂ máx. corresponde a una de las capacidades físicas condicionales (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad), indispensables en el fútbol, ya que, como su nombre lo indica, son aquellas que condicionan el rendimiento del deportista, pues si no se cuenta con ellas, el jugador no tiene la posibilidad de aplicar la técnica y la táctica de forma adecuada (Shalfawi & Tjelta, 2016), ya sea porque el jugador no logra generar una ventaja frente al rival para emplear sus condiciones técnico-tácticas o porque la ausencia de estas capacidades condicionales no ha permitido su desarrollo técnico-táctico.

En cuanto al nivel de VO₂ máx., no existe una herramienta que oriente, de forma clara, a los entrenadores sobre los valores óptimos en sus futbolistas; aunque existen gran cantidad de estudios con valores promedio para cada población, no se reconocen clasificaciones que permitan comparar el desempeño de los deportistas, más allá de un valor mínimo o máximo de un individuo dentro de un grupo, aún menos en la población de futbolistas profesionales colombianos. Es necesario contar con una guía objetiva, que facilite la programación de objetivos a corto y mediano plazo, teniendo en cuenta las características reales de los individuos (Montealegre Suárez *et al.* 2020); es por esto, que el objetivo de esta investigación fue establecer una clasificación del VO₂ máx., para los futbolistas profesionales en Bogotá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio realizado presenta un enfoque cuantitativo descriptivo de corte transversal, con un alcance exploratorio. Se evaluó un grupo de 39 futbolistas profesionales de Bogotá, D.C., Colombia, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, pertenecientes a dos equipos, que participan en la primera y segunda división profesional, con una edad promedio de $20,82 \pm 2$ años, una talla de $1,76 \pm 0,06$ m y un peso de $71,66 \pm 6,3$ kg.

Para la recolección de datos, los jugadores fueron citados en horas de la mañana en la sede de la Universidad Santo Tomás, donde se tomaron los datos antropométricos, mediante la báscula de bioimpedancia Inbody 770. Miller *et al.* (2016) realizaron la validación del Inbody 770 con DEXA, siendo este el Gold Standard para la medición de composición corporal; los investigadores encontraron una correlación de 0,9 ($p \leq 0,0001$). Adicionalmente, el instrumento es confiable, ya que en prueba de T Student obtuvo coeficiente de variación de 1,8 % ($p \leq 0,05$) (Jensky-Squires *et al.* 2008).

Posteriormente, para determinar la cantidad de oxígeno movilizada por cada kilogramo de masa, se realizó la prueba de Léger, con confiabilidad y coeficiente de validez alto, para la determinación del VO₂ máx. Al ser comparado con otras pruebas diseñadas para el mismo fin (Mayorga-Vega *et al.* 2015), que consiste en realizar un trayecto de 20 metros, delimitado por dos líneas en el suelo, en un

tiempo determinado, que disminuye progresivamente durante la prueba, manteniendo un tiempo (notorio mediante un estímulo acústico), que equivale a una velocidad de 8,5 km/h, para la primera etapa de un minuto de duración y aumentando 0,5 km/h, por cada etapa/minuto transcurrido, cuando el jugador es incapaz de tocar la línea de los 20 metros antes o simultáneamente con el sonido, se da por finalizada la prueba y se toma referencia de la última etapa que haya completado el jugador (Paradisis *et al.* 2014). Así, se utiliza la etapa alcanzada en una ecuación para determinar el consumo máximo de oxígeno de los individuos, de la siguiente forma: $Y = 31,025 + 3,238 X - 3,248 A + 0,1536 AX$, donde $Y = VO_2$ máx., $X =$ Máxima velocidad alcanzada en Km/h según la etapa alcanzada y $A =$ Edad (Léger *et al.* 1988).

Con el resultado obtenido por cada uno de los jugadores se estableció una clasificación, mediante el método de intervalo de clase, utilizando la ecuación Valor mayor - Valor menor / $1 + (3,22 * \text{Log de } n)$ (Matos Uribe *et al.* 2020), en donde, $n = 39$ individuos participantes del estudio, dando 6 categorías de clasificación.

Análisis estadístico. Para el análisis, se realizaron tablas de frecuencia absolutas, el software estadístico utilizado fue SPSS (IBM licencia 26).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EL VO_2 máx. promedio de la población evaluada fue de $53,2 \pm 4$ ml/kg/min; la clasificación, se estableció mediante rangos intercuartílicos, resultando seis categorías: Deficiente, Bajo, Normal, Bueno, Excelente y Superior, cada una con sus respectivos valores mínimos y máximos, como se muestra en la tabla 1. Según esta clasificación, las 3 categorías en las que se encuentran catalogados la mayor cantidad de jugadores fueron "Excelente" (12), "Normal" (10) y "Bueno" (8), mientras que las demás presentaron 3 jugadores por cada una. Lo anterior permite afirmar que, dentro de la clasificación creada, tres cuartas partes de la población obtuvieron un buen resultado de consumo de oxígeno en la prueba realizada; sin embargo, esta capacidad no está desarrollada de forma excepcional, ya que solo el 7,69 % de los individuos obtuvieron el rango de "Superior".

Tabla 1. Clasificación en seis categorías, según los valores obtenidos en la población y número de jugadores por categoría.

Clasificación	Mínimo	Máximo	N	%
Deficiente	45,00	47,43	3	7,69
Bajo	47,43	49,87	3	7,69
Normal	49,87	52,30	10	25,64
Bueno	52,30	54,73	8	20,51
Excelente	54,73	57,17	12	30,77
Superior	57,17	59,60	3	7,69

Nota: n: Frecuencia, %: Porcentaje. Los datos presentados son valores de VO_2 máx., en unidades de ml/kg/min.

En cuanto al desempeño alcanzado por los individuos estudiados durante la prueba, se encontró que las posiciones de delantero y portero presentaron valores de VO₂ máx. similares, siendo clasificados como nivel “Bajo”, de igual manera, las posiciones

de volante y defensa, con resultados de VO₂ máx. catalogados como “Bueno”; el valor medio más elevado, se encontró en los volantes, como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Consumo máximo de oxígeno, según la posición desempeñada y las categorías generadas.

Posición	N	%	VO ₂ máx.	Clasificación
Defensa	13	33,3	53,53±4,2	Bueno
Delantero	5	12,8	49,68±5,3	Bajo
Portero	2	5,1	49,35±2,1	Bajo
Volante	19	48,7	54,37±3	Bueno
Total	39	100	-	-

Nota: n: Frecuencia, %: Porcentaje. Los datos presentados son valores de VO₂ máx., en unidades de ml/kg/min, promedio obtenido por los jugadores de cada posición.

Los motivos por los cuales se utilizó este test como medidor indirecto de la capacidad aeróbica de un deportista (VO₂ máx.) corresponden, principalmente, a las dificultades que se presentan al utilizar la espirometría como mecanismo directo de medición, entre ellas, la gran cantidad de tiempo que conlleva evaluar a todos los jugadores de un equipo en función del número de espirómetros por individuo que se encuentren disponibles en el lugar de la toma de datos (Chatterjee *et al.* 2009), mientras que el test de Léger es una herramienta validada, que permite obtener un resultado estadísticamente cercano al obtenido, a partir de pruebas de laboratorio, como la espirometría, partiendo de utilizar la etapa alcanzada en una ecuación simple para determinar el consumo máximo de oxígeno de los individuos, habiendo realizado una prueba simultánea, para varios de los jugadores. Lo anterior atendiendo a la intención de brindar una herramienta de evaluación y de comparación adaptada a las necesidades y posibilidades de ejecución reales de un entrenador, teniendo en cuenta, los implementos con los que cuenta, sin dejar de lado el rigor científico.

En cuanto al consumo de oxígeno presentado por los futbolistas que participaron en el estudio, se evidenciaron diferencias con respecto a los hallados por otros autores en sus investigaciones. En el presente estudio, el valor de $53,2 \pm 4$ ml/kg/min fue el menor, mientras que en futbolistas profesionales de Costa Rica, la media fue de $57,71 \pm 8,8$ ml/kg/min (Sánchez Ureña & Salas Cabrera, 2009), datos cercanos a los encontrados en los jugadores profesionales Argelinos, con $57,38 \pm 1,83$ ml/kg/min (Abdelaziz & Nadjib, 2011) y los jugadores profesionales Italianos de segunda división, con $58,5 \pm 4$ ml/kg/min (Rampinini *et al.* 2009), mientras los de segunda división presentaron valores de $62,78 \pm 5,05$ ml/kg/min (Cuadrado-Peñañiel *et al.* 2014).

De forma similar, Malacko *et al.* (2013), al evaluar 29 futbolistas profesionales en Serbia, encontraron que estos tenían un VO₂ máx. promedio de $55,32 \pm 3,60$ ml/kg/min, donde el valor mínimo encontrado fue $49,60$ ml/kg/min, mientras el máximo, $65,73$ ml/kg/min. Estos valores son superiores a los obtenidos por los futbolistas del presente estudio, ya que la media fue de $53,2 \pm 4$ ml/kg/min, el valor mínimo 45 ml/kg/min y el máximo $59,6$ ml/kg/min.

Es importante reconocer que los valores de VO₂ máx. pueden variar en un futbolista en función del momento de la temporada en el que se realicen las mediciones, como lo evidencia Abdelaziz (2011), encontrando resultados de consumo de oxígeno de $54,43 \pm 5,38$ ml/kg/min, en pretemporada; $51,49 \pm 4,77$ ml/kg/min, durante la temporada y $57,21 \pm 5,83$ ml/kg/min, en el periodo post-temporada.

Es importante tener en cuenta lo planteado por Mercado Ruíz *et al.* (2018), quienes afirman que la altitud del lugar en el que se realiza la prueba puede variar el resultado, ya que a menor altura encontraron un mejor desempeño de sus evaluados, por lo que para realizar una comparación sería recomendable exponer las poblaciones a una misma altitud; sin embargo, esto no resta validez a esta investigación, debido a que el objetivo es presentar una clasificación adaptada a las condiciones geográficas que se comparten con una gran cantidad de poblaciones dentro y fuera del país, por lo que la intención no es controlar esta variable, sino reconocer su influencia en el desempeño evaluado. Además de esto, en futuras investigaciones, se podría considerar aplicar métodos de entrenamiento en medio acuático que, según Herrera Rodríguez & Avella (2018), permiten mejoras significativas en la capacidad de consumo de oxígeno, luego de programas de entrenamiento frecuente.

En cuanto al VO₂ máx. por posición, Sánchez Ureña & Salas Cabrera (2009) encontraron que porteros costarricenses tenían un VO₂ máx. de $55,94 \pm 5,78$ ml/kg/min, superior al de los porteros del presente estudio; los defensas presentaron $57,20 \pm 9,86$ ml/kg/min, nuevamente, mayor al de los defensas del presente estudio; de igual manera ocurrió con los volantes y los delanteros costarricenses, quienes tuvieron un VO₂ máx. de $58,38 \pm 9,85$ ml/kg/min y $57,87,94 \pm 5,94$ ml/kg/min, respectivamente. En el estudio mencionado, los jugadores con mejor VO₂ máx. fueron los volantes, seguidos por los delanteros, los defensas y, por último, los porteros, mientras que en el presente estudio, los volantes fueron los de mejor desempeño, seguidos por los defensas, los delanteros y por último, los porteros. Esto concuerda con el contexto del fútbol colombiano, en el que se suele demandar un mayor recorrido a los volantes y a los defensores laterales, dando una menor responsabilidad, en cuanto a los recorridos largos, a los delanteros y defensas centrales.

CONCLUSIONES

Los volantes y defensas presentaron las medias más elevadas en VO₂ máx., siendo clasificados como “bueno”, mientras los promedios más bajos fueron de porteros y delanteros, quienes se ubicaron en la categoría “malo”.

El entrenador debe reconocer la variación en el consumo máximo de oxígeno por posición e interpretar la importancia que esta variable puede adquirir, según la función en el campo, que él asigne a cada uno de los integrantes del equipo.

La medición del peso es necesaria realizarla en cada jugador, para evitar caer en el error de compararlos, sin tener en cuenta las características antropométricas.

Las pruebas de campo, pese a no ser directas, son una herramienta que está al alcance de todos los entrenadores y permite evaluar a los deportistas de forma válida y rigurosa cuando no se tiene la posibilidad de realizar mediciones directas.

REFERENCIAS

1. ABDELAZIZ, D. 2011. Algerian professional soccer specific aerobic endurance during competitive period. *Journal of Physical Education and Sport (Rumania)*. 11(3):277-283.
2. ABDELAZIZ, D.; NADJIB, A. 2011. Determination of maximal oxygen consumption of Algerian soccer players during preseason. *Journal of Physical Education and Sport (Rumania)*. 11(1):75-80.
3. CHATTERJEE, P.; BANERJEE, A.K.; DAS, P.; DEBNATH, P. 2009. A regression equation to predict VO₂ Max of young football players of nepal. *International Journal of Applied Sports Sciences (Corea)*. 21(2):113-121.
4. CUADRADO-PEÑAFIEL, V.; PÁRRAGA-MONTILLA, J.; ORTEGA-BECERRA, M.A.; JIMÉNEZ-REYES, P. 2014. Repeated sprint ability in professional soccer vs. professional futsal players. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias Del Deporte*. 10(2):89-98.
5. HERRERA RODRÍGUEZ, M.A.; AVELLA, R.E. 2018. Beneficios del desarrollo de la fuerza y la resistencia en el medio acuático. *Revista Digital*:

- Actividad Física y Deporte. 1(1):83-94.
<https://doi.org/10.31910/rdafd.v1.n1.2015.298>
6. JENSKY-SQUIRES, N.E.; DIELI-CONWRIGHT, C.; ROSSUELLO, A.; ERCEG, D; MCCAULEY, S.; SCHROEDER, E.T. 2008. Validity and reliability of body composition analysers in children and adults. *British journal of nutrition*. 100(4):859-865.
<https://doi.org/10.1017/S0007114508925460>
 7. LÉGER, L.A.; MERCIER, D.; GADOURY, C.; LAMBERT, J. 1988. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*. 6(2):93-101.
<https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
 8. MALACKO, J.; DODER, D.; ĐURĐEVIĆ, S.; SAVIĆ, B.; DODER, R. 2013. Differences in the bioenergetic potential of athletes participating in team sports. *Vojnosanitetski. Pregled*. 70(7):633-636.
<https://doi.org/10.2298/VSP110208043M>
 9. MATOS URIBE, F.F.; CONTRERAS CONTRERAS, F.; OLAYA GUERRERO, J.C. 2020. Estadística descriptiva y probabilidad para las ciencias de la información con el uso del SPSS. *Asociación de bibliotecólogos del Perú*. 248p.
 10. MAYORGA-VEGA, D.; AGUILAR-SOTO, P.; VICIANA, J. 2015. Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test for estimating cardiorespiratory fitness: a meta-analysis. *Journal of sports science & medicine*. 14(3):536-547.
 11. MERCADO RUÍZ, H.A.; SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, D.A.; GUTIÉRREZ J. 2018. Comportamiento de los niveles de VO₂ máximo en futbolistas prejuveniles en diferentes altitudes. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*. 1(2):5-21.
<https://doi.org/10.31910/rdafd.v1.n2.2015.306>
 12. MILLER, R.M.; CHAMBERS, T.L.; BURNS, S.P. 2016. Validating InBody® 570 multi-frequency bioelectrical impedance analyzer versus DXA for body fat percentage analysis. *Journal of Exercise Physiology Online*. 19(5):71-78.
 13. MONTEALEGRE SUÁREZ, D.P.; LERMA CASTAÑO, P.R.; ROJAS CALDERÓN, M.P.; PERDOMO TRUJILLO, J.J.; TORRES MÉNDEZ, M.F. 2020. Condición física de niños futbolistas en función de la posición de juego. *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*. 9(1):23-34.
<http://dx.doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i1.8312>
 14. PARADISIS, G.P.; ZACHAROGIANNIS, E.; MANDILA, D.; SMIRTIOTOU, A.; ARGEITAKI, P.; COOKE, C.B. 2014. Multi-stage 20-m shuttle run fitness test, maximal oxygen uptake and velocity at maximal oxygen uptake. *Journal of Human Kinetics*. 41(1):81-87.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0035>
 15. RAMPININI, E.; SASSI, A.; MORELLI, A.; MAZZONI, S.; FANCHINI, M.; COUTTS, A.J. 2009. Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 34(6):1048-1054.
<https://doi.org/10.1139/H09-111>
 16. ROSA GUILLAMÓN, A.; GARCIA CANTO, E.; CARRILLO LÓPEZ, P.J. 2019. Relación entre capacidad aeróbica y el nivel de atención en escolares de primaria. *Retos*. 35:36-41.
<https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.60729>
 17. SÁNCHEZ ROJAS, I.A.; CASTRO JIMÉNEZ, L.E.; ARGÜELLO GUTIÉRREZ, Y.P.; GÁLVEZ, A.J.; MELO BUITRAGO, P.J. 2021. Relación entre marcadores dermatoglíficos y el perfil morfofuncional en futbolistas profesionales de Bogotá, Colombia. *Retos*. 41:182-190.
<https://doi.org/10.47197/retos.v0i41.83032>
 18. SÁNCHEZ UREÑA, B.; SALAS CABRERA, J. 2009. Determination of the maximum oxygen consumption of Costa Rica's first division football players in preseason 2008. *MH Salud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*. 6(2):1-5. <https://doi.org/10.15359/mhs.6-2.2>
 19. SHALFAWI, S.A.I.; TJELTA, L.I. 2016. A critical evaluation of the aerobic capacity demands of elite male soccer players. *International Journal of Applied Sports Sciences*. 28(2):200-212.
<https://doi.org/10.24985/ijass.2016.28.2.200>