



**Espinoza-Salinas, A.; Peralta-Jara, J.; Bustamante-Araya, C.; Fuentealba-Sepúlveda, S.; Ulloa-Jiménez, R. (2021).** Valoración del consumo de oxígeno en jugadores de fútbol sala. *Journal of Sport and Health Research*. 13(2): 271-280.

**Original**

## VALORACIÓN DEL CONSUMO DE OXÍGENO EN JUGADORES DE FÚTBOL SALA

## ASSESSMENT OF THE OXYGEN UPTAKE OF INDOOR SOCCER PLAYERS

Espinoza-Salinas, A<sup>1</sup>; Peralta-Jara, J<sup>1</sup>; Bustamante-Araya, C<sup>1</sup>; Fuentealba-Sepúlveda, S<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio del Movimiento Humano-Escuela de Kinesiología-Universidad Santo Tomás (Santiago-Chile)

---

Correspondence to:  
**Alexis Espinoza Salinas**  
 Universidad Santo Tomás  
 Ejercito libertador 146, Santiago-Chile  
 Email: [alexisespinozasa@santotomas.cl](mailto:alexisespinozasa@santotomas.cl)

---

*Edited by: D.A.A. Scientific Section  
 Martos (Spain)*



Received: 21/03/2020  
 Accepted: 10/07/2020



## RESUMEN

El Consumo de Oxígeno ( $VO_2$ ), es considerado el mejor índice de potencia aeróbica. **Objetivo.** Determinar el  $VO_2$  peak y umbrales ventilatorios en jugadores de futsal, según posición en el campo de juego. **Material y métodos.** Se diseñó un estudio cuasi-experimental, de tipo transversal con un alcance descriptivo en 15 jugadores de fútbol sala (Futsal), mediante un muestreo no probabilístico intencionado. Se valoraron las siguientes variables: peso, talla, índice de masa corporal (IMC), Consumo de Oxígeno Peak ( $VO_2$  peak), umbrales ventilatorios ( $VT_1$ ,  $VT_2$ ), frecuencia cardiaca máxima (FCmax), volumen minuto ( $V'E$ ), frecuencia respiratoria (FR) y velocidad aeróbica máxima (VAM). **Resultados.** Los principales resultados muestran que el  $VO_2$  peak obtenido entre los participantes, es diferente entre las distintas posiciones de juego en el futsal ( $p < 0,05$ ). **Conclusiones.** Los mayores niveles de  $VO_2$  se encontraron en la posición de cierre y pivot. Por su parte, el  $VT_2$  más alto se observó en la posición pivot, sin embargo, faltan datos para establecer perfiles más concluyentes.

**Palabras clave:** Consumo de oxígeno, Umbrales ventilatorios, Ergoespirometría, Fútbol sala.

## ABSTRACT

Oxygen Uptake ( $VO_2$ ), is considered the best aerobic power index. **Objective.** Determine the  $VO_2$  peak and ventilatory thresholds in futsal players, according to their position on the playing field. **Materials and methods.** A quasi-experimental, cross-sectional design study type with a descriptive scope in 15 indoor soccer players (Futsal), using intentional non-probability sampling. The following variables were assessed: weight, height, body mass index (BMI), peak oxygen uptake ( $VO_2$  peak), ventilatory thresholds ( $VT_1$ ,  $VT_2$ ), maximum heart rate (HRmax), minute volume ( $V'E$ ), respiratory rate (RR) and maximum aerobic speed (MAS). **Results.** The main results show that the  $VO_2$  peak obtained among the participants is different between the different game positions in futsal ( $p < 0.05$ ). **Conclusions.** The highest levels of  $VO_2$  were found in the full-back and centre-forward position. For his part, the highest  $VT_2$  are in the centre-forward position, however, data are lacking to establish more conclusive profile.

**Keywords:** Oxygen uptake, Ventilatory thresholds, Ergospirometry, Indoor soccer.



## INTRODUCCIÓN

El Fútbol es una disciplina deportiva colectiva que nace en el año 1930. Caracterizado por incluir 2 equipos con 5 participantes cada uno (un portero y cuatro jugadores de campo), se juega durante 40 minutos divididos en 2 tiempos iguales (Ayarra et al., 2018; Naser et al., 2017). Esta disciplina surge desde el Fútbol, considerada como un deporte acíclico, de alta intensidad y juego intermitente, además requiere de una alta habilidad técnica y táctica. En esta línea, la práctica competitiva del fútbol debiera desarrollar una óptima capacidad aeróbica, capacidad de sprint, fuerza y potencia (Nikolaidis et al., 2019).

Por otra parte, el Consumo de Oxígeno ( $VO_2$ ) es una de las variables más analizadas en el ámbito de la actividad física, la salud y el alto rendimiento, como una forma de valorar la función aeróbica del sujeto. En este sentido, la máxima absorción de oxígeno es considerado el mejor índice de potencia aeróbica (Mezzani, 2017). Siendo el Fútbol, una disciplina deportiva que requiere de movimientos explosivos, cambios de dirección, de ritmo y aceleraciones repetidas, el 90% de su demanda energética es solventada por la vía aeróbica (Bangsbo, 1994; Paidotribo et al., 2014). Desde el punto de vista energético, los cambios en la intensidad del juego requieren la utilización de diversas rutas metabólicas, no obstante el fútbol al ser una disciplina de intensidad intermitente permanece gran parte del juego con una predominancia anaeróbica para realizar los esfuerzos más intensos, también debe poseer una correcta capacidad y potencia láctica o glucolítica que permita tolerar los esfuerzos más cortos, y por otra parte, una potencia aeróbica máxima que ayude a mantener los esfuerzos más largos durante el tiempo de juego sobre niveles de intensidad submáxima. Por lo anterior, resulta necesario conocer los Umbrales Ventilatorios (VT) que determinan un cambio en las rutas metabólicas.

En esta línea, las variables ligadas al  $VO_2$  y los umbrales ventilatorios como alternativa no invasiva del umbral de lactato, determinan el rendimiento deportivo, además permite optimizar e individualizar los programas de entrenamiento al cuantificar la intensidad del esfuerzo físico a determinado umbral ventilatorio (Albesa-Albiol et al., 2019; Naser & Ali, 2016).

El propósito de este estudio fue determinar el  $VO_2$  peak y umbrales ventilatorios en jugadores de fútbol, según posición en el campo de juego.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio presenta un paradigma cuasi-experimental, diseño transversal con un alcance descriptivo (Hernández, 2017).

### *Participantes*

La evaluación se realizó a 15 jugadores de fútbol que militan en la liga chilena, pertenecientes a los clubes de: Universidad de Chile, Melipilla, Coquimbo Unido, San Antonio Unido y Fernández Vial. Ningún jugador tiene dedicación exclusiva con su club, sin una remuneración salarial, desempeñando otras actividades laborales. Los participantes fueron agrupados según su posición de juego: arquero (n=3), cierre (n=4), ala (n=4) y pivot (n=4), sin antecedentes mórbidos diagnosticados ni reportados. Los deportistas se encontraban en periodo de competencia durante el proceso evaluativo, la frecuencia del entrenamiento fue de 4 veces por semana (incluida la competencia). La edad de los participantes fue de 20 a 30 años (M  $22,8 \pm 1,93$ ); Índice de Masa Corporal (IMC) (M  $23,64 \pm 1,51 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ); presión arterial sistólica (M  $112,6 \pm 8,21 \text{ mm Hg}$ ) y presión arterial diastólica (M  $60 \pm 7,74 \text{ mm Hg}$ ). La valoración del  $VO_2$  y umbrales ventilatorios se determinó mediante un protocolo incremental maximal en cinta rodante a través de un análisis de gases Equipo Cortex (modelo metalyzer 3B). Los criterios de inclusión fueron: sin antecedentes de salud que pudieran alterar los resultados, tales como lesiones musculoesqueléticas (en los últimos 6 meses), patologías respiratorias, cardíacas, neurológicas y/o metabólicas. Así como también, que no hayan realizado actividad física previo al día de la evaluación o que consuma fármacos simpáticos adrenérgicos. Se consideraron las normas de la Declaración de Helsinki para intervención con seres humanos.

### *Procedimiento*

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio del movimiento humano, de la Universidad Santo Tomás, Santiago. Se inició el procedimiento cuantificando el peso y talla para determinar el IMC mediante una balanza mecánica de plataforma con tallímetro incluido marca SECA (modelo 700).



Posteriormente se registró la Frecuencia Cardíaca (FC) y Presión Arterial (PA) después de un reposo de 5 minutos desde la posición decúbito supino. El primero se valoró a través de un cardiotacómetro marca Polar (modelo RS800), y la segunda mediante un esfigmomanómetro Aneroid marca Riester® (modelo Exacta®) utilizando el método de korotkoff, para dar paso a la prueba de ergoespirometría.

#### *Protocolo de Ergoespirometría*

La prueba se inició con un calentamiento sobre una cinta rodante marca HP cosmos (modelo Pluto Med) a una velocidad de 4 km/h durante un período de 4 minutos con una pendiente de 1°. Posteriormente se da inicio al registro de gases, comenzando con una velocidad de 8 km/h, incrementando en 1 km/h cada 1 minuto, la prueba finalizó cuando el participante no logra sostener la carga. Finalmente, se realizó la recuperación a una velocidad de 4 km/h, durante 2 minutos. Durante esta etapa se finalizó el registro de gases, y se procede a valorar la FC en cada minuto de recuperación (Lippincott et al., 2014).

#### *Determinación de umbrales ventilatorios*

El umbral ventilatorio 1 (VT<sub>1</sub>) fue establecido mediante el equivalente ventilatorio para el O<sub>2</sub> (VE/VO<sub>2</sub>) y la presión de oxígeno al final de la espiración (PETO<sub>2</sub>). El umbral ventilatorio 2 (VT<sub>2</sub>) fue calculado mediante el equivalente ventilatorio para el CO<sub>2</sub> (VE/VCO<sub>2</sub>) y la presión de CO<sub>2</sub> al final de la espiración (PETCO<sub>2</sub>) (Gaskill et al., 2001). Además, se incorporó la determinación del V-Slope que calcula el punto de modificación de la pendiente en función del comportamiento lineal del VO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> hasta el incremento excesivo del CO<sub>2</sub> mediado por la amortiguación del lactato (Lin et al., 2020; Subiela, 2007).

#### *Velocidad aeróbica máxima*

La velocidad aeróbica máxima (VAM) es una medida del rendimiento aeróbico, que requiere del VO<sub>2</sub> máx (Bellenger et al., 2015). Esta variable se valoró mediante el protocolo de esfuerzo maximal, con un sistema de análisis de gases respiratorios. El valor registrado corresponde a la máxima velocidad que pudo sostener el participante.

#### *Análisis estadístico*

Se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo e inferencial. El primero calculando media y desviación estándar. El segundo, determinando el análisis de varianza Anova de un factor por grupo (posición de juego). Se empleó el valor  $p < 0,05$  como dato estadísticamente significativo. El análisis estadístico se desarrolló con el programa SPSS V 20 (IBM, 2011) para Windows®.

### **RESULTADOS**

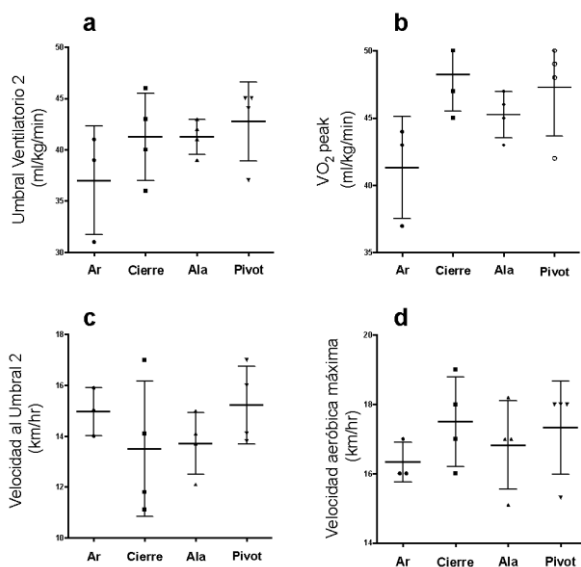
La tabla 1, muestra los valores promedios y las desviaciones estándar de los parámetros antropométricos, fisiológicos y ventilatorios. Los resultados muestran diferencias en el VO<sub>2</sub> en las cuatro posiciones de juego, no obstante, es posible observar una tendencia similar entre la posición de cierre, ala y pivot, siendo valores estadísticamente significativos ( $gl = 3$ ;  $F = 3,636$ ;  $p = 0,048$ ) (figura 1). La VAM registrada es mayor en la posición de cierre, sin embargo, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre las posiciones ( $gl = 3$ ;  $F = 0,572$ ;  $p = 0,645$ ) (figura 2). En la misma línea, el VT<sub>2</sub> alcanzado por los deportistas fue mayor en la posición de pivot, pudiendo observar una tendencia similar en los cierres y alas, sin diferencias estadísticamente significativas ( $gl = 3$ ;  $F = 1,343$ ;  $p = 0,311$ ) (figura 3). Por último, la VAM al umbral 2 muestra valores más altos en los jugadores pivot a diferencia de las otras posiciones, sin embargo, no hay datos estadísticamente significativos ( $gl = 3$ ;  $F = 0,944$ ;  $p = 0,452$ ) (figura 4).

**Tabla 1.** Datos antropométricos, fisiológicos y umbrales ventilatorios de jugadores de fútbol con respecto a la posición en el campo de juego.

Parámetros	Variable	Arquero	Cierre	Ala	Pivot	valor p
<b>Antropométricos</b>	Edad, (años)	22,33 ± 1,53	21,75 ± 1,5	22,75 ± 2,06	24,25 ± 2,22	
	IMC, (kg/mt <sup>2</sup> )	23,62 ± 0,38	25,12 ± 0,71	22,18 ± 1,72	23,61 ± 1,13	
<b>Fisiológicos</b>	VO <sub>2</sub> peak, (ml/kg/min)	41,33 ± 3,79	48,25 ± 2,75	45,25 ± 1,71	46,5 ± 3,00	0,048 *
	FCmax, (lat/min)	188,33 ± 2,31	191,5 ± 3,11	183,25 ± 13,05	192,5 ± 5,07	0,351
	FR, (rpm)	59 ± 1	65,25 ± 8,73	53,25 ± 14,89	59,25 ± 8,38	0,448
	V'E, (L/min)	123,26 ± 25,06	149,95 ± 28,35	119,43 ± 16,41	128,5 ± 14,55	0,254
	VAM, (km/hr)	16,33 ± 0,58	17,49 ± 1,29	16,79 ± 1,32	17,25 ± 1,50	0,645
<b>VT1</b>	VO <sub>2</sub> , (ml/kg/min)	24,33 ± 1,53	28,25 ± 4,57	27,75 ± 2,87	34 ± 1,83	0,01 *
	VAM, (km/hr)	7,3 ± 0,56	8,44 ± 1,45	7,66 ± 2,14	9,56 ± 1,73	0,303
<b>VT2</b>	VO <sub>2</sub> , (ml/kg/min)	37 ± 5,29	41,25 ± 4,27	41,25 ± 1,71	42,75 ± 3,86	0,311
	VAM, (km/hr)	14,96 ± 0,95	13,49 ± 2,67	13,71 ± 1,23	15,24 ± 1,51	0,452

Los datos se expresan por media ± SD. FCmax (frecuencia cardíaca máxima), FR (Frecuencia respiratoria), VAM (Velocidad Aeróbica Máxima), V'E (Volumen Minuto); VT<sub>1</sub> (Umbral Ventilatorio 1); VT<sub>2</sub> (Umbral Ventilatorio 2). Diferencia significativa (valor p < 0,05).

**Figura 1. a;** valores promedios para VT<sub>2</sub> de los jugadores de fútbol según posición de juego; **b;** valores promedios para VO<sub>2</sub> de los jugadores de fútbol según posición de juego; **c;** Valores promedios para Velocidad al umbral 2 de los jugadores de fútbol según posición de juego. **d.** Valores promedios para VAM de los jugadores de fútbol según posición de juego.



## DISCUSIÓN

El VO<sub>2</sub> corresponde a la mayor tasa de absorción de oxígeno por parte del organismo por unidad de tiempo (Cade et al 2018; Souza et al 2018; Miranda et al., 2018). En este sentido, el VO<sub>2</sub> se incrementa en función de la intensidad de trabajo y la disciplina deportiva. En el caso del fútbol que utiliza distintas rutas metabólicas, existen diferencias en la capacidad aeróbica respecto a la posición de juego (arquero, cierre, ala o pivot), como también, diferencias entre jugadores de la misma posición (Slimani & Nikolaidis, 2019; Edgett et al., 2013; Slimani et al., 2019).

De acuerdo con los resultados obtenidos y la literatura consultada, podemos mencionar que Bangsbo (2000), realizó un estudio evaluando a 65 futbolistas, evidenciando un VO<sub>2</sub> peak en las distintas posiciones de juego: arquero = 51,0 ml/kg/min, central = 56,0 ml/kg/min, lateral = 61,5 ml/kg/min y delantero = 60,0 ml/kg/min. Resulta interesante, observar los valores de VO<sub>2</sub> de este estudio son más bajos en comparación con la evidencia, dada las condiciones del fútbol que posee una mayor distancia recorrida por la dimensión de la cancha, mayor tiempo de juego y una menor intensidad del ejercicio por el número de jugadores por equipo, a diferencia del fútbol (Nunes et al., 2012).

En este sentido, Cuaspa (2019), realizó un estudio con 40 jugadores colombianos entre 17 y 19 años de fútbol sala, evidenciando que los arqueros en promedio alcanzaron 39,43 ml/kg/min, cierres 49,18 ml/kg/min, alas 56,78 ml/kg/min y pivotes 48,48





ml/kg/min. Estos valores se acercan a los analizados en este trabajo, considerando que la edad de los participantes es mayor a la que estudió Cuaspa.

Además, se deduce que los bajos resultados de la potencia aeróbica se deben al poco volumen de entrenamiento y las escasas adaptaciones fisiológicas y metabólicas alcanzadas. Reflejado en la incorporación tardía a la disciplina, como es el caso de Chile que aún está en vías de profesionalización (Naser et al., 2017; Paraskevas et al., 2018; Voser et al., 2014).

En base a los resultados presentados, se observa una tendencia a un menor  $\text{VO}_2$  peak en los arqueros. Si bien, los datos son estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ), este menor valor alcanzado, se podría entender a la menor demanda energética, a la menor distancia recorrida y al carácter acíclico de los arqueros en su desempeño deportivo, siendo mayormente utilizado las fibras rápidas tipo II, para un buen rendimiento en los momentos que se requiere de su actuar (Degens et al., 2019; Milioni et al., 2016). Por otra parte, el resto de las posiciones poseen una mejor potencia aeróbica máxima, siendo este uno de los mecanismos fisiológicos que intenta responder el cambio circulatorio a los distintos ajustes metabólicos, lo que generaría una mejor eficiencia a nivel energético y cardiorrespiratorio (Miranda et al., 2018; Pilegaard y Bangsbo, 1999; Zafra-Santos et al., 2019).

Respecto al  $\dot{V}E$ , di Paco et al., (2017) realizó un estudio con 14 jugadores de fútbol entre 21 y 33 años, quienes alcanzaron un promedio de 157,5 L/min. Así mismo, Floriano et al., (2016) reportó un  $\dot{V}E$  promedio de 143,1 L/min en un estudio con 10 jugadores de futsal con una edad promedio de 27 años. En esta línea, los resultados obtenidos en este estudio se acercan a la evidencia consultada, lo que podría deberse a la similitud de edad de la población estudiada.

Por su parte, la evidencia señala que la FR en un sujeto adulto en reposo es alrededor de 12 rpm (Kano et al., 2019; Villegas et al., 2012). Mientras que, en situaciones de ejercicio físico puede llegar a aumentar hasta 35 a 45 rpm (di Paco et al., 2017). Resulta ser, que el ejercicio físico a nivel del sistema pulmonar modula la respuesta a través de una hiperventilación generada a nivel de los quimiorreceptores

periféricos, esto con el fin de remover  $\text{CO}_2$  y captar  $\text{O}_2$ , y así no generar un descenso brusco del pH sanguíneo, existiendo un incremento del  $\dot{V}E$  para lograr un equilibrio ácido-base (Whipp & Wasserman, 1972). El aumento de la FR en los deportistas evaluados se explica para obtener una mejor extracción del oxígeno, una mejor captación oxidativa muscular, generando una precarga y postcarga más eficiente y una contractilidad cardíaca fisiológicamente más estable, además de un aumento de la FC aludiendo a suplir las altas demandas de oxígeno permitiendo que el sistema cardionector genere una excitabilidad y contracción miocárdica mayor en ejercicio para satisfacer las altas demandas de  $\text{O}_2$  en la musculatura activa de los deportistas (Aubert y Beckers, 2003; Barbero et al., 2004).

Como respuesta a estas modulaciones fisiológicas, existe una descarga adrenérgica que contribuye a la utilización de rutas metabólicas anaeróbicas para favorecer la activación de fibras musculares explosivas, debido al reclutamiento de más unidades motoras vinculado a la alta demanda energética en ejercicio de alta intensidad (Allen et al., 2012; Hostrup & Bangsbo, 2017; MacInnis & Gibala, 2017). La alta concentración de catecolaminas también intentaría explicar el incremento de la  $\text{FC}_{\text{max}}$  después de una prueba ergométrica, teniendo en cuenta que la mantención del gasto cardíaco se va a mantener a expensas principalmente de la FC por sobre el volumen sistólico, el cual se modifica muy poco. Los datos obtenidos en este estudio son altos, lo que se condice con lo que presenta la evidencia (Zafra-Santos et al., 2019; Espinoza-Salinas et al., 2018).

Otro hallazgo interesante es la velocidad al umbral o velocidad aeróbica máxima que representan la intensidad del umbral al  $\text{VO}_2$  peak. La velocidad es una herramienta muy sencilla de valorar y controlar para mejorar la performance, la adaptabilidad al entrenamiento y favorecer el desplazamiento de los umbrales en relación con la respuesta de la carga de trabajo, respetando los principios de individualidad (Campillo et al., 2013). La evidencia reporta que di Paco et al., (2017) obtuvo un promedio de 18,4 km/hr, mientras que, Floriano et al., (2016) evidenció un promedio de 16,6 km/hr. Los valores obtenidos en este estudio se acercan a los autores consultados (Slimani et al., 2019).



Siguiendo con  $VT_2$ , donde comienza el umbral anaeróbico caracterizado porque el oxígeno suministrado no es suficiente para la musculatura activa, por lo que la glucólisis anaeróbica comienza a cubrir las demandas energéticas (Debold, 2012; Maté-Muñoz, et al., 2017; Skinner., 1980). El estudio de Álvarez et al., (2007) analizó a 194 futbolistas donde obtuvo una velocidad al umbral ventilatorio en promedio de 11,81 km/hr siendo un valor bajo frente al presente estudio en futsal. Así mismo, Robles et al., (2019), en su estudio de 24 futbolistas reportó como promedio un 53,3 ml/kg/min de  $VO_2$  peak al  $VT_2$ , valores levemente más altos a este estudio. Lo que podría justificarse por la predominancia de reclutamiento de fibras musculares explosivas pasado  $VT_2$ , el estado de entrenamiento de cada deportista, las adaptaciones necesarias para soportar la exigencia física requerida, hiperventilación compensatoria al

aumento del lactato, entre otros (Pallarés et al., 2012; Ayarra et al., 2018).

### CONCLUSIONES

El futsal es una disciplina deportiva emergente, que cada día tiene más adeptos, siendo necesario individualizar los entrenamientos y adaptar los umbrales ventilatorios, según las diferencias energéticas de las distintas posiciones de juego. Este trabajo muestra que los mayores valores de  $VO_2$  se encontraron en la posición de cierre y pivot. Por su parte, el  $VT_2$  más alto se observó en la posición pivot. Sin embargo, faltan datos para establecer perfiles más concluyentes.

### AGRADECIMIENTOS

A los diferentes clubes que desinteresadamente se motivaron a participar de este estudio.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albesa-Albiol, L., Serra-Payá, N., Garnacho-Castaño, M. A., Cano, L. G., Cobo, E. P., Maté-Muñoz, J. L., & Garnacho-Castaño, M. V. (2019). Ventilatory efficiency during constant-load test at lactate threshold intensity: Endurance versus resistance exercises. *PLoS ONE*, 14(5), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216824>
2. Allen, D. G., & Trajanovska, S. (2012). The multiple roles of phosphate in muscle fatigue. *Frontiers in Physiology*, 3 DEC. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00463>
3. Álvarez, R., Montero, C., Martínez, S., Díez, L., y Arce, L. (2007). Parámetros ergoespiométricos en Estudio comparativo entre jugadores de primera y segunda división. Corpus ID: 187758919
4. Aubert, A., Seps, B. y Beckers, F. (2003) Frecuencia cardíaca: variabilidad en los atletas. *Medicina deportiva*, 33, 889-919. doi: 10.2165 / 00007256-200333120-00003.
5. Ayarra, R., Nakamura, F. Y., Iturricastillo, A., Castillo, D., & Yanci, J. (2018). Differences in Physical Performance According to the Competitive Level in Futsal Players. *Journal of Human Kinetics*, 64(1), 275–285. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0201>
6. Bangsbo, J., Copenhagen, T., & Sciences, S. (2000). *Muscle oxygen uptake in humans at onset of and during intense exercise*. 457–464.
7. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*, 619, 1–155.
8. Barbero, J. C., Soto, V. M., y Granda, J. (2004). Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala. *Apunts*, 77, 71 – 78.
9. Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Nelson, M. J., Hartland, M., Buckley, J. D., & DeBenedictis, T. A. (2015). Predicting maximal aerobic speed through set distance time-trials. *European Journal of Applied Physiology*, 115(12), 2593–2598. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3233>
10. Paidotribo, A., Pietraszewska, J., Stachon, A., Chromik, K., & Golinski, D. (2014). The anthropometric characteristics of futsal



- players compared with professional soccer players. *Human Movement*, 15(2), 93–99. <https://doi.org/10.2478/humo-2014-0008>
11. Cade, W. T., Bohnert, K. L., Reeds, D. N., Peterson, L. R., Bittel, A. J., Bashir, A., ... Taylor, C. L. (2018). Peak oxygen uptake (VO<sub>2</sub>peak) across childhood, adolescence and young adulthood in Barth syndrome: Data from cross-sectional and longitudinal studies. *PLoS ONE*, 13(5), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197777>
  12. Campillo, P., Nkuignia, O., & Matías López, C. (2013). Maximal Aerobic Speed Tests with Young Footballers. Monitoring and Scheduling Training Intensity. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 113, 45-51.
  13. Cuaspa, H. Y. (2019). Valoración del consumo máximo de oxígeno (vo<sub>2</sub> máx.) De los jugadores de fútbol del club galeras pretemporada 2018. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, 12(42), 90–104.
  14. Debold, E. P. (2012). Recent insights into muscle fatigue at the cross-bridge level. *Frontiers in Physiology*, 3 JUN(June), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00151>
  15. Degens, H., Stasiulis, A., Skurvydas, A., Statkeviciene, B., & Venckunas, T. (2019). Physiological comparison between non-athletes, endurance, power and team athletes. *European Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04128-3>
  16. Di Paco, A., Dubé, B.-P., y Laveneziana, P. (2017). Cambios en la respuesta ventilatoria al esfuerzo en deportistas entrenados: efectos beneficiosos sobre la fisiología respiratoria más allá del rendimiento cardiovascular. *Archivos de Bronconeumología*, 53(5), 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2016.11.023>
  17. Edgett, B. A., Ross, J. E. D., Green, A. E., MacMillan, N. J., Milne, K. J., & Gurd, B. J. (2013). The effects of recreational sport on VO<sub>2</sub>peak, VO<sub>2</sub> kinetics and submaximal exercise performance in males and females. *European Journal of Applied Physiology*, 113(1), 259–266. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2435-4>
  18. Espinoza-Salinas, A., Arenas-Sánchez, G., Silva-Huenopil, B., Osorio-Marambio, S., Firinguetti-Balocchi, C., y Zafra-Santos, E. (2018). Análisis del componente rápido de la cinética de recuperación del consumo de oxígeno tras un programa HIIT de 10 días en un grupo de obesos. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 50(1), 7–17. <https://doi.org/10.18273/revsal.v50n1-2018001>
  19. Floriano, L. T., Da Silva, J. F., Teixeira, A. S., Do Nascimento Salvador, P. C., Dittrich, N., Carminatti, L. J., ... Guglielmo, L. G. A. (2016). Physiological responses during the time limit at 100% of the peak velocity in the Carminatti's test in futsal players. *Journal of Human Kinetics*, 54(1), 91–101. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0038>
  20. Gaskell, S. E., Ruby, B. C., Walker, A. J., Sanchez, O. A., Serfass, R. C., & Leon, A. S. (2001). Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1841–1848. <https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00007>
  21. Hernández, V. (2017). Estudios epidemiológicos: tipos, diseño e interpretación. *Enfermedad Inflamatoria Intestinal Al Día*, 16(3), 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.eii.2017.03.001>
  22. Hostrup, M., & Bangsbo, J. (2017). Limitations in intense exercise performance of athletes – effect of speed endurance training on ion handling and fatigue development. *Journal of Physiology*, 595(9), 2897–2913. <https://doi.org/10.1113/JP273218>
  23. IBM Corp. Released (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM CorpSokal, RR. & Rholf,





- F. (1995). *Biometry*. New York: Third edition W.H Freeman and company.
24. Kano, S., Yamamoto, A., Ishikawa, A., & Fujii, M. (2019). Respiratory rate on exercise measured by nanoparticle-based humidity sensor. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 3567–3570. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856875>
25. Lin, C. W., Huang, C. F., Wang, J. S., Fu, L. L., & Mao, T. Y. (2020). Detection of ventilatory thresholds using near-infrared spectroscopy with a polynomial regression model. *Saudi Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.03.005>
26. Lippincott, W., & Wilkins., Pascatello, I. L. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. American College of Sport Medicine. ISBN 978-1-60913-605-5
27. MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *Journal of Physiology*, 595(9), 2915–2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
28. Maté-Muñoz, J. L., Domínguez, R., Lougedo, J. H., & Garnacho-Castaño, M. V. (2017). The lactate and ventilatory thresholds in resistance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(5), 518–524. <https://doi.org/10.1111/cpf.12327>
29. Mezzani, A. (2017). Cardiopulmonary exercise testing: Basics of methodology and measurements. *Annals of the American Thoracic Society*, 14, S3–S11. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201612-997FR>
30. Milioni, F., Vieira, L. H. P., Barbieri, R. A., Zagatto, A. M., Nordsborg, N. B., Barbieri, F. A., ... Papoti, M. (2016). Futsal match-related fatigue affects running performance and neuromuscular parameters but not finishing kick speed or accuracy. *Frontiers in Physiology*, 7(NOV), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00518>
31. Miranda, C., Ibacache, P., Opazo, E., Rojas, J., y Cano, M. (2018). Uso de la cinética del consumo de oxígeno para la evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes con obesidad. *Revista Médica de Chile*, 146(1), 15–21. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872018000100015>
32. Naser, N., & Ali, A. (2016). A descriptive-comparative study of performance characteristics in futsal players of different levels. *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1707–1715. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1134806>
33. Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 15(2), 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.09.001>
34. Nikolaidis, P. T., Chtourou, H., Torres-Luque, G., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). The Relationship of Age and BMI with Physical Fitness in Futsal Players. *Sports*, 7(4), 87. <https://doi.org/10.3390/sports7040087>
35. Nunes, R. F. H., Almeida, F. A. M., Santos, B. V., Almeida, F. D. M., Nogas, G., Elsangedy, H. M., ... Da Silva, S. G. (2012). Comparação de indicadores físicos e fisiológicos entre atletas profissionais de futsal e futebol. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, 18(1), 104–112.
36. Pallarés, J. G., Morán, N. R. (2012). La Resistencia Cardiorrespiratoria Methodological Approach To the Cardiorespiratory Endurance Training. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 119–136.
37. Paraskevas, G., & Hadjicharalambous, M. (2018). Aerobic Fitness of Starter and Non-Starter Soccer Players in the Champion's



- League. *Journal of Human Kinetics*, 61(1), 99–108. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0135>
38. Pilegaard, H., Domino, K., Noland, T., Juel, C., Hellsten, Y., Halestrap, A. P., & Bangsbo, J. (1999). Effect of high-intensity exercise training on lactate/H<sup>+</sup> transport capacity in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 276(2 39-2), 255–261.
39. Robles, P. A., Pairazamán, G. R., y Pereyra, E. R. (2019). Características antropométricas y capacidad aeróbica de los jugadores de la Selección Peruana de Fútbol sub-22 , 2015. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 39(3), 104–108. <https://doi.org/10.12873/393robles>
40. Skinner, J. S., & McLellan, T. H. (1980). The Transition from Aerobic to Anaerobic Metabolism. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51(1), 234–248. <https://doi.org/10.1080/02701367.1980.10609285>
41. Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2019). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: A systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 141–163. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>
42. Slimani, M., Znazen, H., Miarka, B., & Bragazzi, N. L. (2019). Maximum Oxygen Uptake of Male Soccer Players According to their Competitive Level, Playing Position and Age Group: Implication from a Network Meta-Analysis. *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 233–245. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0060>
43. Souza, F. B., Ferreira, R. C. A., Fernandes, W. S., Ribeiro, W., & Lazo-Osorio, R. A. (2018). Comparison of aerobic power and capacity between athletes from different sports. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 24(6), 432–435. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182406101651>
44. Subiela, J. (2007). Aspectos fundamentales del umbral anaeróbico. *Vitae: Academia Biomédica Digital*, 1964(30), 2.
45. Villegas, G. J., Villegas, A. O., y Villegas, G. V. (2012). Semiología de los signos vitales: Una mirada novedosa a un problema vigente. *Archivos de Medicina (Col)*, 12 (2), 221-240. ISSN: 1657-320X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2738/273825390009>
46. Voser, R., Hernandez, J., Ortiz, L., & Voser, P. (2014). Revista Brasileira de Futsal e Futebol Corpo Editorial Revista Brasileira de Futsal e Futebol. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, 2(63), 191–194.
47. Whipp, B. J., & Wasserman, K. A. R. L. M. A. N. (1972). Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant-load work. *Journal of Applied Physiology*, 33(3), 351–356.
48. Zafra-Santos, E., Espinoza-Salinas, A., Sabbatini-Herrera, C., Sanchez-Molina, J., Bobadilla-Olivares, M., & Arenas-Sánchez, G. (2019) OXYGEN UPTAKE KINETICS IN FEDERATED ATHLETES. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*.