

Relationship of direct and estimated oxygen consumption in the intermittent resistance Yo-Yo test in female professional soccer players

Relación del consumo de oxígeno directo y estimado en el Yo-Yo test de resistencia intermitente en mujeres futbolistas profesionales

Cristian Cofré-Bolados^{1,3*}, Marcelo Rosemblat², Diego Barriga-González³, Claudio Farias-Valenzuela⁴, Sebastián Espoz-Lazo⁵, Dulce Segales-Gill⁶

¹ Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Santiago de Chile, USACH, Santiago 7500618, Chile.

² Área Física Club Universidad de Chile.

³ Universidad de Santiago de Chile USACH, Especialidad de Medicina del Deporte y la Actividad Física, Santiago 7500618, Chile.

⁴ Instituto del Deporte, Universidad de Las Américas, Santiago 9170022, Chile.

⁵ Facultad de Educación y Ciencias Sociales, Universidad Andrés Bello, Las Condes, Santiago, 7550000, Chile.

⁶ Clínica Ciencia y Deporte, Asunción, Paraguay.

* Correspondencia: Cristian Cofré Bolados; cristian.cofre@usach.cl

ABSTRACT

In professional women's soccer there has been significant growth in recent decades, game analysis determines that distances between 8.5 and 10.3 km are covered, defining power and aerobic capacity as determining factors in the conditional physical profile of the players. The evaluation of aerobic power through maximum oxygen consumption (VO_{2max}) is essential. The objective of this study was to compare the aerobic power determined by the Yo-Yo intermittent resistance test measured directly with a gas and metabolite analyzer v/s the calculation proposed by the Bangsbo estimation formula. The study methodology consisted in the evaluation of the Yo-Yo intermittent resistance test on the soccer field in 25 professional soccer players. The results of the study gave direct average relative values of 42.53 ml/kg-min and estimated VO_{2max} of 41.96 ml/kg-min, without significant differences

($p= 0.22$). It is concluded that the Yo-Yo test and the Bangsbo formula are relevant for the estimation of aerobic power in professional Chilean soccer players.

KEYWORDS

Aerobics power; Women's football; Yo-Yo Test; Vo2 max; Physical Performance; YYIR

RESUMEN

En el fútbol profesional femenino ha presentado un importante crecimiento en las últimas décadas, el análisis del juego determina que se recorren distancias de entre 8,5 y 10,3 km definiendo a la potencia y capacidad aeróbica como factores determinantes en el perfil físico condicional de las jugadoras. La evaluación de la potencia aeróbica a través del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) es fundamental. El objetivo de este estudio fue comparar la potencia aeróbica determinada por el Yo-Yo test de resistencia intermitente medido en forma directa con analizador de gases y metabolitos v/s el cálculo propuesto por fórmula de estimación de Bangsbo. La metodología del estudio consistió en la evaluación del Yo-Yo test de resistencia intermitente en cancha de fútbol en 25 jugadoras de fútbol profesional. Los resultados del estudio entregaron valores relativos promedio de VO_{2max} directo de 42,53 ml/kg-min y estimado de 41,96 ml/kg-min, sin diferencias significativas ($p= 0,22$). Se concluye que el test Yo-Yo y la fórmula Bangsbo son pertinentes para la estimación de potencia aeróbica en jugadoras profesionales de fútbol chilenas.

PALABRAS CLAVE

Potencia aeróbica; Fútbol femenino; Yo-Yo Test; Vo2 max; Rendimiento físico; YYIR

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad más de 20 millones de mujeres juegan fútbol a diferente nivel. Se afirma que el número de jugadoras de fútbol incorporadas a ligas femeninas aumentó en más del 50% en las últimas dos décadas. En este sentido, el número de ligas recreativas, profesionales y eventos internacionales para mujeres futbolistas en diferentes categorías de edad ha crecido sustancialmente en los últimos años. Todo esto permite un crecimiento del fútbol profesional y/o semiprofesional femenino, en el mundo y particularmente en Latinoamérica (Martinez-Luganas et al., 2014).

La evidencia científica define que una alta potencia anaeróbica y una alta aptitud aeróbica son requisitos fundamentales para un rendimiento exitoso en el fútbol femenino (Mohr et al., 1993). Las jugadoras profesionales durante un partido realizan en promedio 1459 actividades diferentes, cada cuatro segundos existe un cambio de actividad, el número de carreras en alta intensidad promedia las 125 acciones (Krustrup et al., 2019). Otros estudios mostraron que las jugadoras de fútbol recorren por distancias de entre 8,5-10,3 km por encuentro (Andersson et al., 2008; Andersson et al., 2010; Davies & Brewer, 1993; Gabbett & Mulvey, 2008; Hewitt et al., 2009).

Debido al amplio recorrido por encuentro, la capacidad aeróbica es de suma importancia para las futbolistas (Stolen et al., 2005). Uno de los componentes fundamentales que determinan el éxito en un deporte que requiere de potencia aeróbica, es el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) (Helgerud et al., 2007). El VO_{2max} , se expresa como la mayor cantidad de oxígeno que el organismo puede usar durante un minuto de ejercicio intenso (Hoff, 2005), entendemos este parámetro como un indicador fundamental en la aptitud física condicional de la mujer futbolista (Bassett & Howley, 2000). El VO_{2max} está determinado por la interacción de los sistemas de captación y transporte de oxígeno en interacción con los músculos utilizados para producir energía durante el esfuerzo (Heyward, 2006). La literatura especializada presenta valores de VO_{2max} de jugadoras de fútbol femenino entre 42-57 ml/kg/min. como valores típicos (Gabbett & Mulvey, 2008; Helgerud et al., 2002; Krustrup et al., 2019; Ibrahim et al. 2019; Mohr et al., 2008; Ozkan et al., 2010; Seggin & Cihan, 2011; Gabrys et al., 2019). Una jugadora que presente valores elevados de VO_{2max} presenta mayor disponibilidad energética para movilizarse durante el juego y al mismo tiempo presenta una mejor tasa de recuperación entre esfuerzos (Hoff, 2005).

La valoración directa del VO_{2max} se realiza con un procedimiento denominado ergometría cardiopulmonar (CPX), en el que se determina el oxígeno consumido y se mide el dióxido de carbono producido a través un aparato denominado “analyzer de gases”, obteniendo un valor absoluto del consumo de oxígeno en litros, para luego determinar el valor relativo en ml/kg/min de Oxígeno. En humanos se presentan como referencias mínimas y máximas valores entre 12 y 90 ml/kg/min (Rosales et al., 2016). Debido a que esta prueba requiere equipo costoso y personal calificado, su aplicación suele ser prohibitiva para muchos clubes de futbol, debido a lo anterior, resulta necesario contar con alternativas de estimación indirecta. En el futbol en general la prueba indirecta más utilizada es el Yo-Yo test de resistencia intermitente (YYIR1) para la evaluación de la potencia aeróbica, la cual es parte de las diferentes versiones existentes, las cuales se estructuran por niveles (Castagna et al., 2020). El motivo de su aceptación está asociado a su validez lógica, es decir, que comprende protocolos intermitentes de alta intensidad (Giménez et al., 2019), con aplicación práctica para testear un gran

número de jugadoras en el mismo momento, sin requerimientos o equipamientos complejos (Povoas et al., 2016; Castagna et al., 2020; Papanikolaou et al., 2019). Como tal, las pruebas intermitentes de YYIR1 son las pruebas de campo más exploradas para la valoración de la aptitud aeróbica y son cruciales para evaluar a los atletas de fútbol (Oberacker et al., 2012; Castillo et al., 2019). A pesar de los respaldos de la utilidad de esta prueba en la literatura, esta no ha sido aplicada masivamente en mujeres futbolistas profesionales chilenas empleando simultáneamente el análisis de gases directo y de manera portátil, durante el desarrollo de la prueba YYIR1 en una cancha de futbol.

El objetivo de esta investigación fue comparar los valores de VO_{2max} estimados través de la fórmula propuesta por Bangsbo y los obtenidos directamente con el analizador portátil de gases en la prueba YYIR1 en mujeres futbolistas profesionales chilenas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño y Participantes

Estudio de tipo descriptivo y relacional, de corte transversal. Participaron 25 futbolistas femeninas pertenecientes a un club profesional de primera división de Chile. Las jugadoras presentaban las siguientes características.

Tabla 1. Características de mujeres futbolistas profesionales chilenas

Variable	Media	Mínimo	Máximo
Edad (años)	21,63	18,42	34,33
Peso (kg)	61,43	56,55	76,83
Talla (m)	1,67	1,52	1,78
IMC (kg/m²)	25,56	19,43	29,44

2.2. Procedimiento

Las jugadoras y su cuerpo técnico fueron informados de las características de la medición. Previo a la aplicación de los procedimientos, todas las futbolistas firmaron un consentimiento informado. La medición estuvo contextualizada en las valoraciones físicas anuales del Club. Las deportistas fueron evaluadas en jornada de mañana (AM), como primera actividad del día, con una entrada en calor estándar del club, en este mismo instante se les instruyo respecto a las características de la prueba en cuestión y el funcionamiento del analizador de gases portátil. La evaluación utilizada

fue el YYIR. El estudio fue aprobado por el comité de ética local y se siguieron estrictamente las normas de Helsinki para estudios con seres humanos.

2.3. Variables e Instrumentos

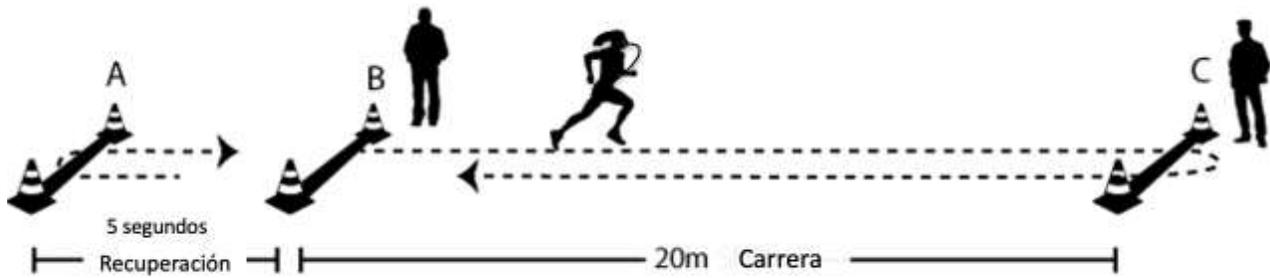
2.3.1 Yo -Yo Test de Resistencia Intermitente (YYIR1)

Las distancias de carrera de las jugadoras se obtuvieron utilizando la prueba YYIR nivel 1 diseñada por Bangsbo (Bangsbo et al., 1994) para determinar las características aeróbicas de los atletas que compiten en deportes de equipo. En esta prueba, las futbolistas realizaron una carrera de lanzadera de 2 x 20 metros a una velocidad gradualmente creciente dentro del área de carrera determinada por los conos y línea demarcatoria, durante toda la prueba portaban un analizador de gases portátil marca Cortex Metamax 3B® de fabricación alemana, colocado en el pecho a modo de arnés fijado al tronco y sobre el cuello, con una mascarilla ajustable para control de gases espirados. Cada área de carrera tiene otro cono que se coloca 5 metros detrás del punto de partida y muestra la región de recuperación. Al final de cada carrera de 40 metros, se les indico a las futbolistas que contaban con 5 segundos para recuperarse, caminando lentamente en la zona de recuperación, siempre cerca del punto de partida, con la finalidad de esperar la señal para la próxima carrera. Las velocidades de carrera se determinaron con sonidos de señal audibles provenientes de un sistema de sonido electrónico. La prueba terminó cuando la jugadora estaba agotada o cuando no pudo llegar a la línea de meta en dos ocasiones seguidas (Bangsbo et al., 2008)

2.3.2 Consumo Máximo de Oxígeno Estimado (VO_{2max})

Los valores máximos de consumo de oxígeno (VO_{2max}) de las participantes se estimaron utilizando la fórmula de Bangsbo, Iaia & Krstrup (2008) correspondiente a $VO_{2max} (ml/kg/min) = distancia\ de\ carrera\ (m) \times 0.0084 + 36.4$ en función de los resultados de la prueba YYIR1.

Figura 1. Esquema del procedimiento de medición para el YYIR1



**Nota: La Figura 1 representa esquemáticamente el procedimiento de la YYIR 1, con la marcación en cancha de fútbol y las jugadoras equipadas con ropa de entrenamiento y zapatos de fútbol. (A) corresponde a la primera línea en zona de recuperación; (B) línea de salida; (C) línea de 20 metros donde se debe girar y volver. Además, se distinguen dos evaluadores controlando el cumplimiento estricto de la prueba, si la jugadora no lograba llegar a las líneas marcadas en dos oportunidades seguidas se daba por terminada su prueba registrando la distancia final en metros alcanzada.*

Figura 2. Uso del analizador de gases portátil durante la prueba YYIR1



**Nota: La Figura 2 muestra el analizador de gases fijado al tronco y cuello a través de un arnés dispuesto por el fabricante del equipo para pruebas de campo.*

2.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa JASP ®, se determinó la normalidad de ambos registros de datos con la prueba de Shapiro Wilk. La diferencia de las medias se analizó por medio de la prueba T Student para muestras relacionadas. Se adoptó un nivel de significancia del 5%.

3. RESULTADOS

Los resultados del estudio se exponen a continuación, en base a la descripción de los datos y los análisis estadísticos realizados.

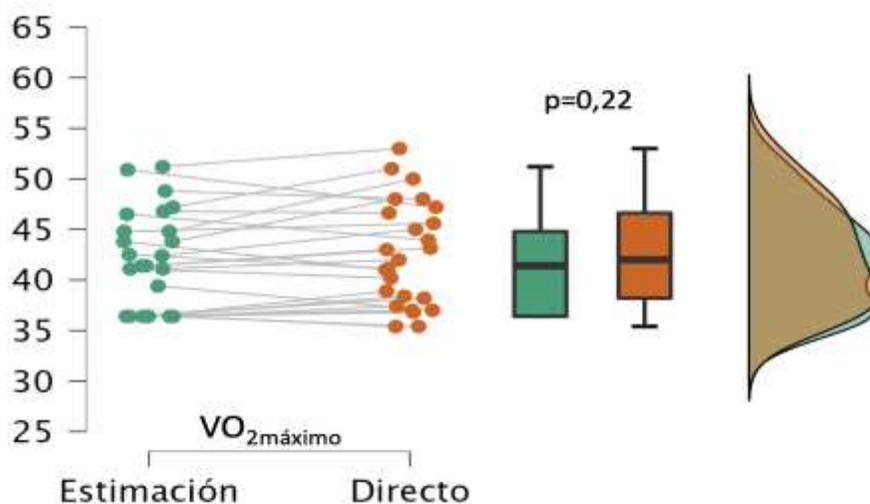
Tabla 2. Consumo de oxígeno estimado y directo en mujeres futbolistas profesionales

	Vo2 Max Estimado (ml/kg/min)	Vo2 Max Directo (ml/kg/min)
Media	41,96	42,53
Desviación Estándar	4,84	5,14
Mínimo	36,40	35,40
Máximo	51,20	53,00

**Nota. Estadística descriptiva del rendimiento en la prueba YYIR1 en la estimación y medición directa del VO_{2max} , ambos en valores relativos.*

Se obtuvo del análisis de contraste para muestras relacionadas entre los valores de consumo de oxígeno directo (42,53 ml/kg/min) y estimado (41,96 ml/kg/min) para las cuales se obtuvo un valor $p=0,22$. Lo que indica que no existen diferencias significativas entre las muestras. Con un tamaño del efecto de $=0,09$ determinando una pequeña diferencia entre los dos grupos.

Figura 3. Comparación del consumo máximo de oxígeno estimado y directo en mujeres futbolistas profesionales



**Nota: Se expresan las comparaciones individuales y grupales entre el VO_{2max} estimado y directo. Sin diferencias significativas ($p > 0,05$) y con un comportamiento normal de los datos.*

4. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue comparar los valores de VO_{2max} estimados través de la fórmula propuesta por Bangsbo y los obtenidos directamente con el analizador portátil de gases en la prueba YYIR1 en jugadoras de fútbol femenino de un Club de la liga profesional de Chile. Los resultados indicaron que no existieron diferencias entre la medida directa de VO_{2max} y la estimación indirecta, con el uso de la ecuación de Bangsbo.

Los hallazgos de la presente investigación difieren de los resultados obtenidos en un estudio realizado en futbolistas jóvenes varones (Michailidis et al., 2020) donde hubieron diferencias entre el YYIR1 y una medición directa de consumo de oxígeno realizada cinta motorizada en laboratorio, la conclusión de este, indica que la prueba de campo subestima el VO_{2max} en un 15,9% en contraste a una prueba en laboratorio, motivo por el cual nuestro estudio se realizó en el formato de test campo midiendo de manera simultánea a las futbolistas por medio del análisis de gases y determinando los metros recorridos en la misma prueba para aplicar posteriormente la fórmula de predicción. Existe otro estudio donde se investigó la relación entre YYIR1 y VO_{2max} en jugadores de fútbol juveniles masculinos de élite (Karakoc et al., 2012) que mostró relaciones moderadas entre una medición VO_{2max} y la distancia recorrida en el YYIR1. Por otro lado, se han realizado muchos estudios en jugadores de fútbol adultos (Krustrup et al., 2003) encontrando correlaciones débiles a fuertes entre la distancia YYIR1 y VO_{2max} medido en cinta y laboratorio. La gran diferencia de los estudios anteriores con la presente investigación, radica en que estos, no consideraron a mujeres futbolistas. La mayoría de las investigaciones presentes en la literatura referidos a la temática han sido realizados en hombres, incluyendo el estudio original de validación del test (Bangsbo et al., 2008). En adicción a lo anterior, la medición del VO_{2max} se realizó en forma directa durante el YYIR1, realizando toda la medición en campo durante la misma prueba, dado que los trabajos anteriormente citados realizaron la comparación de la prueba de campo, incluyendo en esta, cambios de direcciones y recuperaciones, con mediciones en laboratorio de carrera continua en cinta rodante. Es fundamental considerar la diferencia en el costo de la energía y la capacidad de mantener la economía de la carrera, frente a constantes cambios de trayectoria y sentido en el YYIR1.

Otro factor que justifica nuestro estudio son las diferencias fisiológicas entre hombres y mujeres, existe una comprensión superficial de los orígenes de las diferencias sexuales en fatigabilidad bajo diferentes condiciones de tarea y los mecanismos fisiológicos responsables. Esto se debe en parte al predominio de estudios solo masculinos en la literatura de fisiología, fatigabilidad y entrenamiento físico, y a la falsa suposición de que las diferencias sexuales no existen (Hunter et al., 2014). En este

contexto nuestro estudio entrega antecedentes de la validez del YYIR1 con medición directa de oxígeno, mostrando similitud entre los valores de la fórmula propuesta con la medición directa de gases. Es ampliamente reconocido el impacto que sobre esta prueba podría tener la fatiga muscular en el rendimiento final. Existen diferencias sexuales en la fatigabilidad en muchos grupos musculares y tareas, tanto en términos de la magnitud, como de los mecanismos neuronales y musculares que contribuyen a la misma (Hunter, 2016a). Los hombres, que a menudo son más fuertes, suelen ser más fatigables que las mujeres. Esto es especialmente cierto durante las tareas isométricas y es más variable con tareas dinámicas de fatiga (Hunter, 2016b). Los valores de consumo de oxígeno medio de la muestra son algo bajos en relación con las referencias revisadas (Gabbett & Mulvey, 2008; Helgerud et al., 2002; Krustup et al., 2019; İbrahim et al. 2019; Mohr et al., 2008; Ozkan et al., 2010; Seggin & Cihan, 2011; Gabrys et al., 2019) esto puede estar asociado al fenómeno de subvaloración por fatiga muscular entre otras causas.

Por otra parte, La Velocidad Máxima de Consumo de Oxígeno (vVO_{2max}) obtenida habitualmente se utiliza para determinar intensidades de entrenamiento y sería muy útil si pudiera medirse durante una prueba de campo como la aquí utilizada, evaluando a muchos atletas simultáneamente. Trabajos previos demostraron que la vVO_{2max} es la intensidad de ejercicio más baja a la cual se alcanza el consumo máximo de oxígeno (Davis et al., 1981). Además, el aumento de la vVO_{2max} a través del entrenamiento mejora la velocidad de carrera en un porcentaje dado del VO_{2max} (Jones et al., 2000). Los resultados del presente estudio mostraron que el VO_{2max} estimado y el vVO_{2max} medido de forma directa durante la prueba YYIR1 son similares. Otras investigaciones han mencionado que la resistencia del aire durante la carrera en campo implica un gasto de energía adicional que alcanza al menos el 4% del gasto total, en comparación con la carrera en cinta (Buchfuhrer et al., 1983), explicando en parte las diferencias asociadas con la prueba de laboratorio. Además, los cambios de dirección y constantes aceleraciones en YYIR1 aumentan el costo de energía de correr. Estos factores probablemente pueden explicar la diferencia. Además, es importante mencionar que la muestra de jugadoras estudiadas alcanzaron el criterio de maximalidad promedio de $FC_{máx}$ sobre el 95% de la prevista y el rendimiento en metros recorridos fue inferior a 10-12 % en comparación a los valores obtenidos en mujeres futbolistas profesionales polacas (Gabrys et al., 2019).

Una de las limitaciones del presente estudio, radica en el reducido tamaño de la muestra, y que además, solo proviene de un club de fútbol profesional de Chile. Tampoco se consideró el estado nutricional de las futbolistas, años de experiencia en la práctica del deporte, como tampoco la fase del ciclo menstrual en la cual se encontraban al momento de las evaluaciones, variables que podrían haber influido en los presentes resultados. Como perspectivas futuras, se deberían adicionar condiciones de laboratorios, replicando en parte los modelos experimentales aplicados en hombres, que permitan realizar la comparativa con el rendimiento en pruebas de campo.

A pesar de las limitaciones anteriores, creemos que el presente estudio es un aporte al fútbol femenino de Chile, como también en la investigación en la condición física y la capacidad cardiorrespiratoria de la mujer en el contexto deportivo y como determinante del rendimiento físico.

5. CONCLUSIÓN

El VO_{2max} estimado con la fórmula de Bangsbo y la medición directa de gases en la prueba de campo YYIR1 no presentan diferencias como medidas de valoración de potencia aeróbica en jugadoras profesionales de fútbol chilenas.

6. REFERENCIAS

1. Andersson, H. Å., Randers, M. B., Heiner-Møller, A., Krstrup, P., & Mohr, M. (2010). Elite female soccer players perform more high intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 912-919. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09f21>
2. Andersson, H., Ekblom, B., & Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of sports sciences*, 26(2), 113-122. <https://doi.org/10.1080/02640410701422076>
3. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta physiologica scandinavica. Supplementum*, 619, 1-155.
4. Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports medicine*, 38(1), 37-51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
5. Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84. <https://doi.org/0195-9131/00/3201-0070/0>

6. Buchfuhrer, M. J., Hansen, J. E., Robinson, T. E., Sue, D. Y., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1983). Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *Journal of applied physiology*, 55(5), 1558-1564. <https://doi.org/10.1152/jappl.1983.55.5.1558>
7. Castagna, C., Krustup, P., & Póvoas, S. (2020). Yo-Yo intermittent tests are a valid tool for aerobic fitness assessment in recreational football. *European Journal of Applied Physiology*, 120(1), 137-147. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04258-8>
8. Castillo, D., Cámara, J., Lozano, D., Berzosa, C., Sedano, S., & Yanci, J. (2019). Efecto del rendimiento en un test máximo incremental sobre la capacidad de salto vertical de árbitros de fútbol. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 15(58), 399-412. <https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05807>
9. Davies, C. T. M. (1981). Physiology of exercise in health and disease, with special reference to effort intolerance, training and thermoregulation in man. *Annexe Thesis Digitisation Project 2017 Block 16*.
10. Davis, J. A., & Brewer, J. (1993). Applied physiology of female soccer players. *Sports Medicine*, 16(3), 180-189. <https://doi.org/10.2165/00007256-199316030-00003>
11. Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 543-552. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635597>
12. Gabryś, T., Stec, K., Michalski, C., Pilis, W., Pilis, K., & Witkowski, Z. (2019). Diagnostic value of Beep and Yo-Yo tests in assessing physical performance of female soccer players. *Biomedical Human Kinetics*, 11(1), 110-114. <https://doi.org/10.2478/bhk-2019-0015>
13. Giménez, J. V., Leicht, A. S., & Gomez, M. A. (2019). Physical Performance Differences Between Starter and Non-Starter Players During Professional Soccer Friendly Matches. *Journal of Human Kinetics*, 69(1), 283-291. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0018>
14. Grgic, J., Oppici, L., Mikulic, P., Bangsbo, J., Krustup, P., & Pedisic, Z. (2019). Test–retest reliability of the Yo-Yo test: A systematic review. *Sports Medicine*, 49(10), 1547-1557. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01143-4>

15. Helgerud, J., Hoff, J., & Wisløff, U. (2001). 63 Gender differences in strength and endurance of elite soccer players. *Science and football IV*, 382. <https://doi.org/10.1097/00005768-199803000-00019>
16. Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M. & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO2max more than moderate training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 665. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>
17. Hewitt, A., Withers, R., & Lyons, K. (2008). Match analyses of Australian international female soccer players using an athlete tracking device. In *Science and football VI* (pp. 250-254). Routledge.
18. Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of sports sciences*, 23(6), 573-582. <https://doi.org/10.1080/02640410400021252>
19. Hunter, S. K. (2014). Sex differences in human fatigability: mechanisms and insight to physiological responses. *Acta physiologica*, 210(4), 768-789. <https://doi.org/10.1111%2Fapha.12234>
20. Hunter, S. K. (2016). Sex differences in fatigability of dynamic contractions. *Experimental physiology*, 101(2), 250-255. <https://doi.org/10.1113/EP085370>
21. Hunter, S. K. (2016). The relevance of sex differences in performance fatigability. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), 2247. <https://doi.org/10.1249%2FMSS.0000000000000928>
22. İbrahim, C. A. N., YAŞAR, A. B., Bayrakdaroğlu, S., & YILDIZ, B. (2019). Fitness profiling in women soccer: performance characteristics of elite Turkish women soccer players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 21(1), 78-90. <https://doi.org/10.15314/tsed.510853>
23. Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine*, 29(6), 373-386. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00001>
24. Krstrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(7), 1242. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000170062.73981.94>
25. Martínez-Lagunas, V., Niessen, M., & Hartmann, U. (2014). Women's football: Player characteristics and demands of the game. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 258-272. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.001>

26. Michailidis, Y., Chavlis, S., Mitrotasios, M., Ispirlidis, I., Vardakis, L., Margonis, K., ... & Metaxas, T. (2020). The use of Yo-Yo intermittent recovery test level 1 for the estimation of maximal oxygen uptake in youth elite soccer players. <https://doi.org/10.23829/TSS.2020.27.3-7>
27. Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 341-349. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318165fef6>
28. Oberacker, L. M., Davis, S. E., Haff, G. G., Witmer, C. A., & Moir, G. L. (2012). The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2734-2740. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318242a32a>
29. Papanikolaou, K., Chatzinikolaou, A., Pontidis, T., Avloniti, A., Deli, C. K., Leontsini, D., ... & Fatouros, I. G. (2019). The Yo-Yo intermittent endurance level 2 test: reliability of performance scores, physiological responses and overload characteristics in competitive soccer, basketball and volleyball players. *Journal of human kinetics*, 67(1), 223-233. <https://doi.org/10.2478%2Fhukin-2018-0091>
30. Póvoas, S. C. A., Krstrup, P., Pereira, R., Vieira, S., Carneiro, I., Magalhães, J., & Castagna, C. (2019). Maximal heart rate assessment in recreational football players: A study involving a multiple testing approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(10), 1537-1545. <https://doi.org/10.1111/sms.13472>
31. Rosales, W., Cofré, C., Alejandra, C., Bertona, C., Vizcaya, A., González, J., ... & Rodríguez, M. (2016). Validación de la escala de Borg en personas con diabetes mellitus tipo 2. *Revista médica de Chile*, 144(9), 1159-1163. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000900009>
32. Stølen, T., Chamari, K., & Castagna, C. (2005). Wisløff, U15974635: Physiology of soccer. vol. 35, issue 6. *Sports Med*, 501-536.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial direct and intellectual contribution to the work and approved it for publication.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

COPYRIGHT

© Copyright 2023: Publication Service of the University of Murcia, Murcia, Spain.