



## ORIGINAL

# ESTIMACION DEL CONSUMO MAXIMO DE OXÍGENO EN DISTINTAS DISCIPLINAS EN JÓVENES UNIVERSITARIOS QUE HABITAN EN ALTITUD MODERADA

Andrés Camilo Morales Urbina, Isabel Adriana Sánchez Rojas y Darío  
Mendoza Romero

*Facultad Cultura Física Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás, Bogotá*

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio se enfocó en establecer el valor del VO<sub>2</sub>máx para diferentes disciplinas deportivas dentro de las cuales se vincularon: artes marciales, baloncesto, fútbol y fútbol en población que habita en altitud moderada. Estudio cuantitativo tipo descriptivo de corte transversal realizado a 298 sujetos (hombres 264 / Mujeres 34); se aplicaron test indirectos: Cooper (CRT) y Leger (SRT-20m). La edad promedio fue 19 años  $\pm$  2,0; peso promedio para hombres fue 66,4 kg  $\pm$  9,2 y 56,7 kg  $\pm$  9,5 en mujeres; talla promedio fue 172 cm  $\pm$  ,06 para hombres y 158 cm  $\pm$  ,06 para mujeres; el IMC promedio fue 22,5 kg  $\pm$  2,5 para hombres y 22,6 kg  $\pm$  3,1 para mujeres. Se realizó una ANOVA para comparar el VO<sub>2</sub>máx obtenido para CRT ( $p=0,935$ ) y para SRT-20m ( $p=0,320$ ), evidenciando que no se encontraron diferencias significativas. Se sugiere realizar mediciones directas del VO<sub>2</sub>máx utilizando pruebas que se asemejen al patrón motor de movimiento.

**PALABRAS CLAVE:** Consumo de oxígeno; Pruebas de aptitud; Entrenamiento; Presión atmosférica. (Fuente: DesC, BIREME).



## ESTIMATING MAXIMUM OXYGEN CONSUMPTION IN DIFFERENT DISCIPLINES IN YOUNG UNIVERSITY STUDENTS LIVING AT MODE- RATE ALTITUDE

### ABSTRACT

The objective of this study focused on and establishing the value of VO<sub>2</sub>max for different sports disciplines within which they were linked: martial arts, basketball, futsal, and football in population that inhabits moderate altitude. Quantitative study descriptive type of cross-section carried out on 298 subjects (men 264 / Women 34); indirect tests were applied: Cooper (CRT) and Leger (SRT-20m). The average age was 19 years  $\pm$  2,0; average weight for men was 66,4 kg  $\pm$  9,2 and 56,7 kg  $\pm$  9,5 kg in women; average size was 172 cm  $\pm$  ,06 for men and 158 cm  $\pm$  ,06 for women; the average BMI was 22,5 kg  $\pm$  2.5 for men and 22,6 kg  $\pm$  3,1 for women. An ANOVA was performed to compare the VO<sub>2</sub>max obtained for CRT ( $p=0,935$ ) and for SRT-20m ( $p=0,320$ ), showing that no significant differences were found. Direct measurements of VO<sub>2</sub>max are suggested using tests that resemble the motion motor pattern.

**KEYWORDS:** Oxygen consumption; Fitness tests; Training; Atmospheric pressure. (Source: DesC, BIREME).

**Correspondencia:** Isabel Adriana Sanchez Rojas. **Email:** isabel.sanchez@usantotomas.edu.co

**Historia del artículo:** Recibido el 12 de diciembre de 2020. Aceptado el 24 de septiembre de 2020

El  $\text{VO}_2\text{máx}$  se define como el volumen máximo de oxígeno que puede ser procesado por el organismo durante una actividad o ejercicio físico, el cual es expresado en mililitros de oxígeno por kilogramo corporal y minuto (ml/kg/min); la cantidad de oxígeno que consumen los tejidos en una unidad de tiempo se expresa en ml/min; sin embargo, cuando se anexa la variable del peso corporal la expresión matemática se modifica por lo que el  $\text{VO}_2\text{máx}$  se expresa en ml/kg/min, razón por la cual se puede sintetizar el concepto afirmando que el consumo máximo de oxígeno es la cantidad de oxígeno que toman los tejidos a partir de la microcirculación presente en los mismos. La cantidad de oxígeno que consumen los tejidos va a depender de múltiples factores los cuales involucran los requerimientos metabólicos de las zonas activas o de trabajo, el nivel de actividad física que tenga un sujeto y de la tasa metabólica basal (Vásquez-Gómez, Castillo-Retamal, & Ramírez-Campillo, 2018).

Cualquier incremento o reducción en el consumo de oxígeno reflejan de manera importante la existencia de cambios significativos en la actividad metabólica celular. Circunstancias tales como la fiebre derivada de procesos sépticos, el aumento del trabajo muscular, los procesos de reparación y regeneración tisular, la ventilación y la respiración celular entre otros elevan el consumo de oxígeno de manera importante. Es por ello, que para el cálculo se deben relacionar aspectos como el gasto cardíaco y la diferencia en el contenido de oxígeno ente el componente venoso y arterial (Vella, Marks, & Robergs, 2006).

No obstante, la evaluación del consumo de oxígeno se convierte en un factor determinante de la capacidad de resistencia en diferentes disciplinas deportivas, partiendo de los estándares y/o variables que enmarcan a cada una “ya que en el deporte ha aumentado el interés por la mejora en los niveles de aptitud física de los deportistas” (Lima, Silva, y Souza, 2005). En virtud de lo anterior, el  $\text{VO}_2\text{máx}$  se convierte en un elemento decisivo tanto para entrenadores como investigadores quienes buscan optimizar el “performance” en incrementar el rendimiento deportivo (Denadai, Ortiz, Greco & de Mello, 2006).

La medición de este parámetro puede ejecutarse mediante pruebas directas desarrolladas en laboratorio donde se cuenta con un ambiente controlado que permite al investigador realizar una verificación rigurosa de cada una de las variables que inciden en el mismo. No obstante, el acceso a laboratorios que faciliten estos procesos no siempre es factible, por lo que se recurre a la evaluación a partir de la aplicación de diversos test de campo, donde el  $\text{VO}_2\text{máx}$  obtenido se deriva de la asociación entre constantes de distancia y tiempo; las mediciones indirectas son aquellas diseñadas con el propósito de dar una estimación del  $\text{VO}_2\text{máx}$  sin la necesidad de equipos; los resultados obtenidos se basan en ecuaciones con variables determinadas. Como género, edad, altura, peso y distancia recorrida; estas pruebas pueden desarrollarse ya sea en una pista de atletismo o cinta rodante (Márquez, Gildardo y Tejada, 2011).

A pesar de que existe variedad de pruebas de campo para realizar la medición de la condición física de los deportistas, no todas consideran aspectos medioambientales como la altitud de entrenamiento; lo anterior es importante puesto que la

adaptación a la altitud genera cambios fisiológicos en el organismo de los individuos (Calbet, Radegran, Boushel, Sondergaard, Saltin & Wagner, 2004); dichos cambios se ven manifiestos en gran proporción en la concentración de hemoglobina en sangre, el incremento significativo del volumen plasmático que repercute de manera positiva en gasto cardíaco.

Ciertos estudios señalan que aspectos tales como el estrés fisiológico, las intensidades de trabajo, el tiempo de exposición, incluso el haber nacido en lugares con mayor altitud contribuye a generar adaptaciones sistémicas que van desde modulaciones importantes en los volúmenes y capacidades pulmonares, la capilaridad, las concentraciones celulares de mioglobina tisular, hemoglobina y la densidad mitocondrial; los análisis respecto a la densidad mitocondrial han sido considerados en varias investigaciones actuales como punto de partida para la comprensión respecto al rendimiento físico y deportivo de poblaciones nativas en alturas moderadas.

Con base en lo anteriormente señalado, factores como el gesto motriz de cada modalidad, la intensidad y el nivel de coordinación que demande cada deporte, los mismos pueden ser agrupados en cíclicos o acíclicos, lo que conlleva de manera importante a que existan variaciones en los resultados, por consiguiente la prueba debe ser escogida con base a las características anteriormente mencionadas, sin embargo, persiste el vacío investigativo en torno a cuál es el test más apropiado y si el mismo permite una aproximación al ser contrastado con pruebas de laboratorio (Peric & Nikolovski, 2017; Sánchez, 2017).

Es por ello por lo que surge la necesidad de establecer qué variaciones existen entre diferentes pruebas de campo convencionales y reconocidas como lo son el test de Cooper (CRT) y el test de Leger (SRT-20m), dado que para el caso del CRT se han encontrado investigaciones que evidencian una correlación alta entre los resultados obtenidos por atletas de alto rendimiento comparados contra evaluaciones ergoespirométricas (Alvero-Cruz, García & Carnero, 2017). Para el caso del SRT-20m, se han encontrado aproximaciones significativas con pruebas de laboratorio, pero en gestos deportivos donde el “pivot” o capacidad de resorte muscular es la base fundamental de ciertas disciplinas (Lovecchio, Merati, Guasti, Casolo & Eid, 2013).

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación se fundamentó en establecer el comportamiento del  $VO_2$  máx obtenido tras la aplicación del CRT y SRT-20m en disciplinas de resistencia tales como: Artes marciales, atletismo, fútbol y futsal, comparando los resultados con la baremación ya descrita en distintas investigaciones en jóvenes universitarios que habitan en altitud moderada (Vargas, 2014).

## METODOLOGÍA

### Población

La población fue constituida por 298 sujetos estudiantes universitarios (hombres 265 / Mujeres 34), distribuidos en las siguientes disciplinas: 19 Artistas Marciales, 22 jugadores de Baloncesto, 32 jugadores de futsal y 225 futbolistas, que residen a 2600 msnm, sin ningún tipo de antecedentes o restricciones médicas que les impidiera participar en la prueba; entrenados en su disciplina deportiva por más de 1 año; los

rangos de edad oscilaron entre los  $19 \pm 3,6$  años; los sujetos fueron seleccionados por intención y participaron de manera voluntaria.

Para la aplicación de las pruebas en los estudiantes, se contó con el aval del comité de ética de la Universidad Manuela Beltrán con número de referencia CEI-170528-27 bajo el marco del convenio Docencia – Investigación con la Universidad Santo Tomás. Cada participante fue informado respecto al objetivo del estudio y firmaron el consentimiento informado considerando las pautas éticas y normativas de la Declaración de Helsinki (1961), en la cual se establece la normatividad ética y de rigor frente a los procesos investigativos en seres humanos, así como la resolución 8430 de 1993 mediante la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en Salud en Colombia.

Se utilizó un diseño metodológico no experimental de alcance descriptivo transversal, con el fin de establecer el consumo de oxígeno tras la aplicación de las pruebas de Cooper (CRT) y Leger (SRT-20m); hubo un margen de 8 días de aplicación entre cada prueba con el fin de dar cumplimiento a los procedimientos metodológicos.

### Test para la Estimación Indirecta del $VO_{2\text{máx}}$

La prueba de carrera / caminata de 12 min Cooper (CRT) se ejecutó en una pista de atletismo (400 m), la cual fue demarcada cada 100 m para establecer la distancia recorrida real. A los participantes se les indicó que la recorrieran corriendo a su ritmo individual durante los 12 minutos que perdura la prueba. El cálculo para estimar el  $VO_{2\text{máx}}$  se realizó bajo la ecuación  $(22,351 \times \text{Distancia (Km.)} - 11,288)$  (Das, 2013).

La realización del test de Leger (SRT-20m) se realizó en una cancha cubierta; la velocidad de inicio fue de 8,5 km/h la cual se fue incrementando 0,5 km/h cada minuto; como parámetro de control para el incremento de la velocidad se utilizó el audio grabado. Para el cálculo del  $VO_{2\text{máx}}$  se aplicó la fórmula  $5,857 \times \text{Velocidad (Km/h)} - 19,458$  (Ernesto, da Silva, Pereira & de Melo, 2015).

### Análisis Estadístico

Para la confirmación de la normalidad de los datos se aplicaron pruebas de normalidad para los grupos de baloncesto, fútbol, fútbol y artes marciales encontrando que los mismos se ajustan a una curva de distribución normal empleando la prueba de Shapiro Wilk ( $p > 0,005$ ). De la misma manera para los test de CRT y SRT-20m. Se realizó un ANOVA para comparar el  $VO_{2\text{máx}}$  para CRT y SRT-20m y en ambos casos se cumplió con el supuesto de homogeneidad de varianzas empleando la prueba de Levene. Los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS® versión 25 para Windows.

A continuación, se presentan en la tabla 1 las características de la población y el comportamiento de las variables objeto de estudio:

Tabla 1. Características Antropométricas de la Población. Fuente: Elaboración propia.

Variables	<u>Hombres</u>		<u>Mujeres</u>	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Edad	19	2	19	2
Peso (kg)	66,45	9,23	56,76	9,57
Talla (metros)	1,72	22,5	1,58	,06
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,52	2,55	22,57	3,13

De acuerdo con los resultados obtenidos se encontró que de los 298 sujetos la edad promedio de los participantes es de 19 años  $\pm$  2,0 tanto para hombres como para mujeres; en cuanto al peso el promedio para hombres es de 66,4 kg  $\pm$  9,2 para hombres y 56,7 kg  $\pm$  9,5; la talla promedio es de 172 cm  $\pm$  ,06 para hombres y 158 cm  $\pm$  ,06 para mujeres; el índice de masa corporal promedio es de 22,2 kg  $\pm$  2,5 para hombres y 22,6 kg  $\pm$  3,1, lo cual indica que en promedio los participantes se encuentran en un normopeso, de acuerdo con la American Heart Association (Grundy, Cleeman, Daniels, Donato, Eckel, Franklin & Spertus, 2005), clasificando la población con muy bajo riesgo para la salud.

Las variables se ajustan a una curva de distribución normal, donde se aplicaron las pruebas en estudiantes de Artes Marciales ( $p=0,674$ ), Baloncesto ( $p=0,873$ ), Fútbol ( $p=0,451$ ) y Fútbol ( $p=0,000$ ) en el CRT; para el SRT-20m se encontraron valores de significancia con la siguiente distribución: Artes Marciales ( $p=0,279$ ), Baloncesto ( $p=0,236$ ), Fútbol ( $p=0,109$ ) y Fútbol ( $p=0,000$ ) empleando prueba de Shapiro-wilk donde ( $p < 0,05$ ). Considerando lo anterior, se decide realizar una ANOVA para comparar el consumo obtenido vía indirecta para CRT encontrando un valor de significancia ( $p=0,935$ ) y para SRT-20m con una significancia ( $p=0,320$ ); en ambos casos se cumplió el supuesto de homogeneidad de varianzas a través de la prueba de Levene.

A continuación, se muestra de manera gráfica el comportamiento del  $VO_2$  máx evaluado de forma indirecta tanto para CRT como para SRT-20m ( $p < 0,001$ ), evidenciando que no se encontraron diferencias significativas  $FF_3-295 = 0,14$  ( $p=0,935$ ).

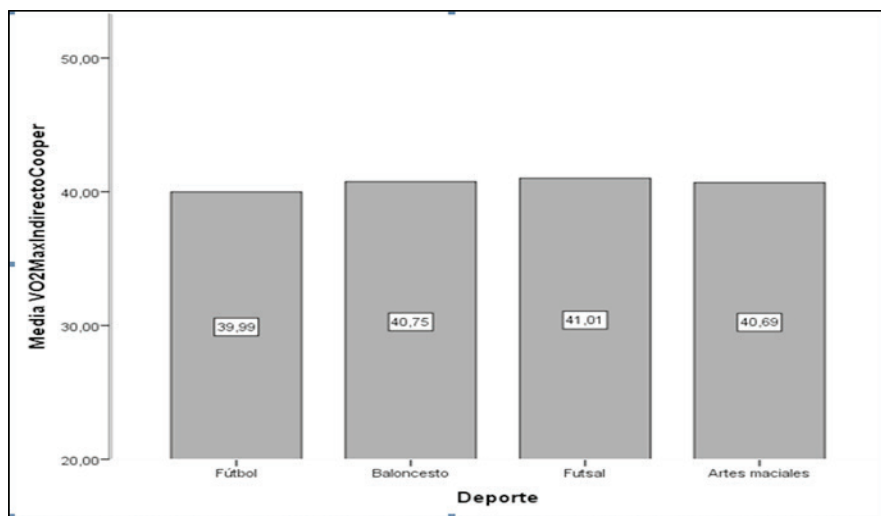


Figura 1: VO<sub>2</sub>máx obtenido para CRT

En la figura 1 se puede observar que el VO<sub>2</sub>máx obtenido en la prueba de CRT para las 4 disciplinas deportivas de acuerdo con la baremación presenta un valor promedio de 40,5 ml/kg/min, siendo este un reflejo de una condición física regular de acuerdo con la baremación establecida según (García, Ramos & Aguirre, 2016).

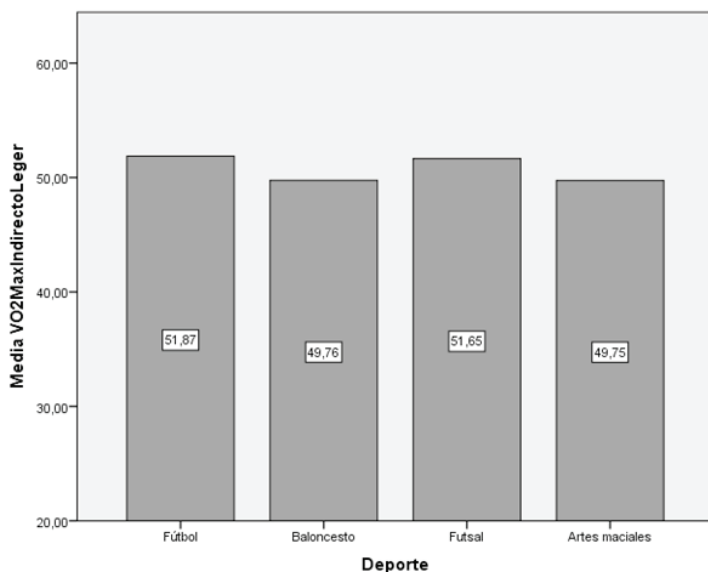


Figura 2: VO<sub>2</sub>máx obtenido para SRT-20m

En la figura 2 se puede observar que el VO<sub>2</sub>máx obtenido en la prueba de SRT-20m para las 4 disciplinas deportivas de acuerdo con la baremación presenta un valor promedio de 50,7 ml/kg/min, siendo este un reflejo de una condición física excelente, contrario a los valores obtenidos en CRT, esto de acuerdo con la baremación establecida según (Pernía & del Castillo., 2010).

Considerando los resultados obtenidos, se evidencia que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos pruebas indirectas para predecir el  $VO_2$  máx, ahora bien, cabe resaltar que la media de  $VO_2$  máx obtenido para SRT-20m en cada modalidad es más elevada que el  $VO_2$  máx promedio obtenido para CRT en casi 10 unidades, esto podría deberse a las características de cada modalidad deportiva puesto que las mismas incluyen procesos cíclicos y acíclicos y al ser el SRT-20m una prueba que mide la potencia aeróbica, se asemeja más a las frecuencias y ritmos que se utiliza en estas modalidades, en contraposición al CRT que evalúa la resistencia aeróbica en deportes con modalidades cíclicas (Jódar, 2003).

## DISCUSIÓN

El estudio del comportamiento de las variables fisiológicas en el ámbito deportivo contempla como uno de sus ejes principales a la resistencia aeróbica a partir de la predicción del  $VO_2$  máx (Ernesto et al., 2015), como punto de partida para la planificación del entrenamiento. No obstante, gran parte de las herramientas de evaluación consideran los test indirectos como elementos que permiten predecir el comportamiento  $VO_2$  máx; el análisis de esta variable debe adoptar pruebas que se acojan a las diferentes características del sujeto según las cualidades deportivas identificadas como cíclicas y acíclicas y su factor diferenciador según el nivel de altura (msnm), ya que tras las adaptaciones sistémicas generadas por la hipoxia hipobárica en altitudes moderadas, pueden existir cambios en las funciones de los sistemas principales del cuerpo con variaciones en el consumo de oxígeno. (Sánchez, 2018).

Ahora bien, al considerar como herramientas evaluativas los test de campo: CRT y SRT-20m, es necesario resaltar que ambos tienen el potencial para establecer el  $VO_2$  máx sin embargo, el CRT mide la resistencia aeróbica, mientras que SRT-20m mide la potencia aeróbica; pese a que los dos conceptos parecieran similares, es necesario definir que la resistencia aeróbica valora la cantidad de trabajo total realizado sin tener en cuenta el factor tiempo, aspecto que es evaluado de manera asertiva empleando el CRT.

El análisis de la resistencia aeróbica permite determinar en el deportista su capacidad para tolerar de manera adecuada actividades prolongadas y continuas sin que se llegue al umbral de fatiga de manera pronta (de Campos, Rocha, Nogueira, Roca & Gorla, 2019), situación evidenciada en deportes acíclicos; para el caso del SRT-20m, la evaluación del  $VO_2$  máx se obtiene variando constantes básicas como la velocidad y el tiempo, por lo que se puede afirmar que la velocidad con que se realiza el trabajo es fundamental para obtener mayor potencia. Es decir, que la potencia aeróbica es una cualidad condicional en donde la resistencia del individuo se puede establecer a partir de actividades de carácter variado aumentando su intensidad hasta llegar a su capacidad máxima de asimilación y mantenimiento (Rius & Safont, 2018).

Finalmente, es necesario reconocer los valores de  $VO_2$  máx preestablecidos que requiere cada disciplina deportiva según los estándares internacionales y para esto López y Fernández (2008) nos indican ciertas parametrizaciones basadas en el es-



tudio del  $\text{VO}_2$ máx relativo; en cuanto al fútbol el valor estimado de  $\text{VO}_2$ máx esencial oscila entre 50 - 60 ml/kg/min; para el baloncesto el valor de  $\text{VO}_2$ máx están entre 50-55 ml/kg/min; en las Artes Marciales por ser una disciplina con modalidad acíclica el valor de  $\text{VO}_2$ máx varía desde 45 - 65 ml/kg/min; por último en el Futsal el valor de  $\text{VO}_2$ máx es de 50-57 ml/kg/min.

Considerando lo expuesto por López y Fernández (2008), valores de  $\text{VO}_2$ máx menores a 50 ml/kg/min son deficientes; un  $\text{VO}_2$ máx entre 50-55 ml/kg/min es considerado como normal; valores de  $\text{VO}_2$ máx entre 55-60 ml/kg/min se categoriza como bueno y finalmente un  $\text{VO}_2$ máx superior a 60 ml/kg/min es excelente; tales aspectos son corroborados por (Medina, Giménez, Manonelles & Coron, 2001; Schoffelen, den Hoed, van Breda & Plasqui, 2018); en concordancia con los resultados obtenidos en este estudio, el  $\text{VO}_2$ máx obtenido mediante el SRT-20m, es más cercano a la prueba directa de laboratorio lo cual puede deberse a las características propias de las disciplinas deportivas analizadas.

## LIMITACIONES Y FORTALEZAS DE LA INVESTIGACIÓN

Es de vital importancia considerar las características propias del rendimiento deportivo: tácticas, gestuales, técnicas, así como las morfológicas de cada modalidad deportiva a fin de emplear la prueba que sea más asertiva para la población a evaluar; sin embargo, se sugiere realizar estudios que permitan la medición directa del  $\text{VO}_2$ máx del sujeto utilizando pruebas que se asemejan al patrón motor de movimiento con el fin de realizar análisis comparativos.

## CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas de  $\text{VO}_2$ máx indirectas muestran que los valores en la prueba de SRT-20m son mayores en relación con CRT, pudiéndose explicar este resultado a que el objetivo de la primera es la potencia aeróbica y en la segunda la resistencia aeróbica, por lo que se debe contemplar como variable importante para esta clase de estudios la velocidad como variable dependiente para conocer el consumo máximo de oxígeno.

## REFERENCIAS

- Alvero-Cruz, J. R., García, M. G., & Carnero, E. A. (2017). Reliability and accuracy of Cooper's test in male long distance runners. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2), 60-63.
- Calbet, J. A., Radegran, G., Boushel, R., Sondergaard, H., Saltin, B., & Wagner, P. D. (2004). Plasma volume expansion does not increase maximal cardiac output or  $\text{VO}_2$ max in lowlanders acclimatized to altitude. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. Doi: 10.1152/ajpheart.00840.2003
- Das, B. (2013). Estimation of maximum oxygen uptake by evaluating cooper 12-min run test in female students of West Bengal, India. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(4). Doi: 10.4100/jhse.2013.84.11

- De Campos, L. F. C. C., da Luz, L. M. R., Rocha, C. E. L., Nogueira, C. D., Roca, V. L., & Gorla, J. I. (2019). Validation of Test Studies for the Analysis of Aerobic Power in Tetraplegic Athletes. *Apunts. Educació Física i Esports*, (135), 68-81.
- Denadai, B. S., Ortiz, M. J., Greco, C. C., & de Mello, M. T. (2006). *Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO2 max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(6), 737-743. doi:10.1139/h06-080
- Durmic, T., Djelic, M., Lovic, D., Gavrilovic, T., Cirkovic, A., & Zdravkovic, M. (2017). *Body composition, blood pressure and cardiorespiratory functional capacity in elite athletes. Science & Sports*, 32(3), e81-e91. doi:10.1016/j.scispo.2017.01.002
- Ernesto, C., da Silva, F. M., Pereira, L. A., & de Melo, G. F. (2015). Cross validation of different equations to predict aerobic fitness by the shuttle run 20 meters test in Brazilian students. *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(1), 46-56.
- García, A. M., Ramos, S., & Aguirre, O. D. (2016). Calidad científica de las pruebas de campo para el cálculo del VO2max. Revisión sistemática. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(2), 247-260.
- Grundy, S. M., Cleeman, J. I., Daniels, S. R., Donato, K. A., Eckel, R. H., Franklin, B. A., ... & Spertus, J. A. (2005). Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/ National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. *Circulation*, 112(17), 2735-2752.
- Jódar Montoro, R. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course navette para determinar de manera indirecta el VO2 max. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 3 (11) pp. 173-181
- Lima, A. M. J. D., Silva, D. V. G., & Souza, A. O. S. D. (2005). Correlation between direct and indirect VO2max measurements in indoor soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(3), 164-166.
- López C. J., Fernández V. a., (2008). *Fisiología del ejercicio 3ª Edición*. Bogotá, Colombia: Editorial médica PANAMERICANA.
- Lovecchio, N., Merati, M., Guasti, M., Casolo, F., & Eid, L. (2013). Cooper and Shuttle Run Test in young students: results and correlations. *Sport Science Review*, 22(3-4), 217-228.
- Márquez, J. J., Gildardo, D., & Tejada, C. P. (2011). Behavior of indirect maximal oxygen uptake on users of the PROSA Program at Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. *Colombia Médica*, 42(3), 327-333.
- Medina, J. Á., Giménez, L., Manonelles, P., & Corona, P. (2001). Importancia del VO2 max. y de la capacidad de recuperación en los deportes de prestación mixta. Caso práctico: fútbol-sala. *Archivo medicina del deporte*, 18(86), 577-583.
- Peric, R., Nikolovski, Z. (2017). Validation of four indirect VO2max laboratory prediction tests in the case of soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 17 (2) ,608-613. DOI: 10.7752/jpes.2017.02092
- Pernía, J. A. C., & del Castillo, A. Ó. (2010). La valoración del VO2 máx. y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza-aprendizaje. *Cuadernos de psicología del deporte*, 10(2), 25-30.
- Rius, A. S., & Safont, J. S. (2018). Noves tendències del treball de la resistència aeròbica en el currículum de Tècnic Superior en Animació d'Activitats Físiques i Esportives. *Anuari de l'Agrupació Borriana de Cultura: revista de recerca humanística i científica*, (29), 29-40.
- Sánchez Rojas, I. A. (2018). Análisis correlacional de la validez y confiabilidad del test de Cooper frente a las pruebas de campo convencionales, para el establecimiento de la resistencia cardiovascular: *Revista Impetus*, 11(2). doi: 10.22579/20114680.210
- Sánchez Rojas, I. A. (2018). Validación de los baremos preestablecidos del test de Cooper en población que aplica la prueba en altura: *Lúdica Pedagógica*, 1(27). https://doi.org/10.17227/ludica.num27-9439
- Schoffelen, P. F. M., den Hoed, M., van Breda, E., & Plasqui, G. (2018). *Test-retest variability of VO2max using total-capture indirect calorimetry reveals linear relationship of VO2 and Power. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.doi:10.1111/sms.13324
- Vargas, P. (2014). Exercise and training at altitudes: physiological effects and protocols. *Revista Ciencias de la Salud*, 12(1), 107-122.
- Vásquez-Gómez, J., Castillo-Retamal, M., & Ramírez-Campillo, R. (2018). A six-minute walking test: maximum oxygen consumption in physical education students. *Journal of Physical Education*, 29(1). doi:10.4025/jphysed.v29i1.2919
- Vella, C. A., Marks, D. E. R. E. K., & Robergs, R. A. (2006). Oxygen cost of ventilation during incremental exercise to VO2 max. *Respirology*, 11(2), 175-181. Doi:10.1111/j.1440-1843.2006.00825.x