

7. Control del rendimiento físico en futbolistas universitarios a través de la frecuencia cardíaca máxima

ANDRÉS AQUILINO CASTRO ZAMORA*

NORMA ANGÉLICA BORBÓN CASTRO**

RICARDO LÓPEZ GARCÍA***

ROSA MARÍA CRUZ CASTRUITA****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.234.07>

Resumen

El fútbol soccer actual requiere jugadores con alta capacidad fisiológica que les permita desempeñarse adecuadamente durante un partido completo. El uso de la frecuencia cardíaca como variable para estructurar la carga de entrenamiento evita efectos adversos en el rendimiento físico del deportista. Este estudio tuvo como objetivo correlacionar y comparar la FC_{máx} en futbolistas universitarios obtenida a través de la prueba de esfuerzo máximo en banda sinfín con 11 ecuaciones propuestas por diversos autores y orientadas a distintos grupos poblacionales. Se trató de un estudio no experimental de cohorte transversal y correlacional, realizado en 11 jugadores de fútbol soccer universitario con edad entre 19 y 27 años. La FC_{máx} real fue de 191.58 ± 7.75 ppm y, en promedio, las teóricas estimadas oscilaron entre 190 y 200.58 ppm. Se observó $p > 0.05$ al comparar la FC_{máx} real con las

* Doctorado en Ciencias de la Cultura Física. Profesor de tiempo completo, Universidad Estatal de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4938-3597>

** Doctorado en Ciencias de la Cultura Física, Universidad Estatal de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3464-0201>

*** Doctorado Ciencias de la Actividad Física y Deporte. Profesor de tiempo completo, Facultad de Organización Deportiva, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4001-0508>

**** Doctorado en Ciencias de Enfermería. Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Organización Deportiva, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6013-7541>

estimaciones teóricas: Cooper ($198.67 \pm 1.87\text{ppm}$ vs $191.58 \pm 7.75\text{ppm}$), Karvonen ($198.42 \pm 2.23\text{ppm}$ vs. $191.58 \pm 7.75\text{ppm}$) y Miller ($200.58 \pm 1.93\text{ppm}$ vs. $191.58 \pm 7.75\text{ppm}$). Se obtuvo una alta correlación: Londeree y las diferentes ecuaciones propuestas por Tanaka presentaron mayor relación con la FCmáx real. Las ecuaciones de Lester, Londeree, Robinson, Rodeheffer, Tanaka y Whyte pueden emplearse para planificar las sesiones de entrenamiento en futbolistas universitarios, no se recomiendan las demás ecuaciones analizadas para evitar sobreestimación de la carga física que conduzca al sobreentrenamiento en los futbolistas.

Palabras clave: *Futbol soccer, frecuencia cardiaca máxima, rendimiento físico.*

Introducción

Actualmente, el futbol soccer precisa de jugadores con elevado desarrollo de capacidades físicas y condicionales (CFyC) para que cumplan con exigencias propias del deporte durante entrenamientos y partidos (Patarón, y Caguana, 2021; Dambroz, Clemente y Teoldo, 2022; Obando, Martinez, Moreno, Patarón y Caguana, 2021). Por tal razón, la planificación de las cargas físico-deportivas deben orientarse conjuntamente al rendimiento de todos los integrantes del equipo, así como a cada deportista, armonizando la densidad, intensidad y volumen del entrenamiento (Hostrup y Bangsbo, 2023) con el fin de evitar sobrecarga fisiológica y psicológica que incite aumento del estrés e impida rendir adecuadamente durante un partido (Dellal, Lago-Peñas, Rey, Chamari y Orhant, 2015; Lago-Peñas, García y Gómez-López, 2016; Rodrigues, Monteiro, Ferraz, Branquinho y Forte, 2023). Para esto, es común que la carga interna de los futbolistas sea controlada a través del consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), frecuencia cardiaca máxima (FC-máx) y concentración de lactato sanguíneo (Caballero y Vázquez, 2020).

Para el caso de la FCmáx que puede adquirirse a través de pruebas de laboratorio o estimaciones teóricas (Rodríguez, Morales, Ríos, Pérez y Gómez, 2017), actualmente sigue siendo más accesible la estimación teórica respecto a pruebas de laboratorio al momento de planificar cargas físicas de los deportistas (Owen *et al.*, 2015). Sin embargo, para evitar efectos adver-

sos al rendimiento es necesario utilizar ecuaciones que presenten mayor correlación o sean fiables respecto a resultados adquiridos en laboratorio (Pereira y Bouzas, 2012; Ariza, Villada y Jiménez, 2016). En este sentido, actualmente existen más de 50 ecuaciones que estiman la intensidad de entrenamiento a través de la FC_{máx} (Bouzas, Delgado y Benito, 2013; Rodríguez, Morales, Ríos, Pérez y Gómez, 2017), pero cada una de ellas fue desarrollada en poblaciones específicas y considerando las características que presenta el fútbol soccer en este momento, es necesario evitar aquellas que puedan generar efectos adversos en la adaptación del futbolista (Cabrera y Barrero, 2021; Póvoas *et al.*, 2019; Rodríguez *et al.*, 2019).

Entre las estimaciones teóricas más utilizadas por la ciencia del deporte se encuentra la de Karvonen, Kentala y Mustala (1957) “ $220 - \text{edad}$ ”, aunque existen otras que pueden ser más efectivas para organizar la intensidad de entrenamiento (Marins, Fernández y Peinado, 2013). En este caso, la ecuación de Tanaka Monahan y Seals (2001) “ $208.75 - (0.73 \times \text{edad})$ ” ha mostrado mayor precisión en individuos menores de 40 años (Miragaya y Magri, 2016). Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue comparar y correlacionar la FC_{máx} de futbolistas universitarios obtenida a través de la prueba de esfuerzo en banda sinfín con 11 ecuaciones teóricas.

Metodología

Participantes

Participaron 12 jugadores de fútbol soccer con un rango de edad entre 19 y 27 años pertenecientes a la selección de una universidad pública del municipio de Cajeme, Sonora, México. La muestra fue seleccionada por conveniencia, incluyendo a dos porteros y jugadores titulares quienes se encontraban en preparación y experiencia en competencias universitarias nacionales.

Tipo de investigación

No experimental, de cohorte transversal, comparativo y correlacional.

Variables e instrumento

La FC_{máx} fue estimada con un pulsómetro marca Polar®, modelo FT1 (Palacio y Trujillo, 2013) al finalizar una prueba de esfuerzo realizada en banda sinfín a través del protocolo de Bruce modificado. Las ecuaciones analizadas para este estudio fueron Cooper: “ $217-0.845 \times \text{edad}$ ”, Karvonen: “ $220-\text{edad}$ ”, Lester: “ $205-0.41 \times \text{edad}$ ”, Londeree: “ $206.3-0.711 \times \text{edad}$ ”, Miller: “ $219-0.85 \times \text{edad}$ ”, Robinson: “ $212-0.775 \times \text{edad}$ ”, Rodeheffer: “ $214-1.02 \times \text{edad}$ ”, Tanaka “ $207-0.7 \times \text{edad}$ ”, “ $206-0.7 \times \text{edad}$ ”, “ $208.75-0.73 \times \text{edad}$ ” y Whyte “ $202-0.55 \times \text{edad}$ ” (Karvonen *et al.*, 1957; Terry, Karageorghis, Curran, Martin y Parsons-Smith, 2020; Miller *et al.*, 1993; Han *et al.*, 2022; Marins, Marins y Fernández, 2010; Gellish *et al.*, 2007; Tanaka *et al.*, 2001).

Procedimiento

Antes de iniciar con el proyecto de investigación se solicitó autorización de las autoridades encargadas del área deportiva de la universidad y cuerpo técnico del equipo de fútbol soccer. Después de la autorización, se estableció contacto con los futbolistas para invitarlos a participar tras explicarles el objetivo y las características del proyecto. A cada participante se le solicitó firmar un consentimiento informado cumpliendo con la declaración de Helsinki y el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

La prueba de esfuerzo fue realizada por un especialista en rendimiento físico y responsable del laboratorio de evaluación morfofuncional siguiendo el protocolo de Bruce modificado (Naspi y Li Yin Ong, 2021). Previo a realizar la prueba el laboratorio, se encontraba a temperatura controlada de 25°C, a los participantes se les estimó la frecuencia cardiaca en reposo y se evaluó la tensión arterial para comprobar el adecuado flujo sanguíneo y el estado de salud, posteriormente realizaron un calentamiento general para activar los músculos y evitar lesiones. La prueba fue realizada en una banda sinfín marca Trackmaster, modelo TMX425, y apoyado por el analizador de gases marca Cosmed, modelo fitmate PRO Cardio Pulmonary Exercise Testing. La carrera consistió de siete etapas con duración de tres minutos cada una, la primera iniciaba a una velocidad de 2.7km/h sin inclinación, las cuales incrementaban hasta que el sujeto alcanzara su máximo nivel (Chang

et al., 2020) y durante el tiempo que se realizaba se estuvo monitoreando la frecuencia cardiaca con un pulsómetro marca Polar®, modelo FT1 (Palacio y Trujillo, 2013) para registrar FCmáx real obtenida al finalizar la prueba.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico Statistica 8.0. Se realizó estadística descriptiva con desviaciones estándar en variables antropométricas y fisiológicas. Se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) en datos que cumplieron con los requisitos de normalidad, independencia, homocedasticidad y aleatoriedad, considerándose como diferencias significativas valores con una $p < 0.05$. Se analizó el coeficiente de correlación de Pearson para conocer el nivel de asociación entre variables, considerándola alta valores entre 0.7 a 0.89 y muy alta mayor a 0.9.

Resultados

Las características promedio en los sujetos de estudio fueron para la edad 21.6 ± 2.23 años, el peso corporal de 72 ± 8.95 kg, la estatura de 174.5 ± 6.82 cm. La frecuencia cardiaca en reposo antes de iniciar la prueba de esfuerzo fue de 65.00 ± 8.12 ppm y el VO2máx posterior a la prueba fue de 57.41 ± 7.53 ml/kg/min.

Tabla 1. Características biológicas según la posición de juego

	Todos	Defensas	Medios	Delanteros
Edad (años)	21.58 $\pm$ 2.23	22.75 $\pm$ 3.50	20.50 $\pm$ 1.29	21.50 $\pm$ 1.00
Peso corporal (kg)	71.98 $\pm$ 8.95	72.50 $\pm$ 5.74	69.25 $\pm$ 12.17	74.20 $\pm$ 9.79
Estatura (cm)	174.50 $\pm$ 6.83	177.75 $\pm$ 5.19	169.75 $\pm$ 8.26	176.00 $\pm$ 5.35
VO2máx (ml/kg/min)	57.41 $\pm$ 7.53	55.23 $\pm$ 5.16	62.13 $\pm$ 9.79	54.88 $\pm$ 6.38
FCreposito (ppm)	65.00 $\pm$ 8.12	64.75 $\pm$ 5.74	60.75 $\pm$ 6.50	69.50 $\pm$ 10.75

Nota: kg= kilogramos; cm= centímetros; VO2máx = Consumo máximo de oxígeno; ml/kg/min = mililitro de oxígeno por kilogramo de peso por minuto; FCreposito = frecuencia cardiaca en reposo; ppm = pulsos por minuto.

El promedio de la FCmáx real fue de 191.58 ± 7.75 ppm y las teóricas oscilaron entre 190 y 200.58 ppm. Al compararse la FCmáx real con las teóricas, estimadas por posición de juego (tabla 2), no se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$). En promedio, la FCmáx real fue de 197.25 ± 8.42 ppm en defensas, 185.50 ± 6.56 ppm en medios y 192.00 ± 3.74 ppm en delanteros oscilando entre los 177 ppm y los 203 ppm las FCmáx adquiridas a través de las diferentes ecuaciones analizadas.

Tabla 2. Comparación de las FCmáx real y teóricas estimadas por posición de juego

	<i>Todos</i>	<i>Defensas</i>	<i>Medios</i>	<i>Delanteros</i>	<i>Valor p</i>
Real	191.58 ± 7.75	197.25 ± 8.42	185.50 ± 6.56	192.00 ± 3.74	0.09
Cooper	198.67 ± 1.87	200.00 ± 1.15	197.25 ± 2.36	198.75 ± 0.96	0.11
Karvonen	198.42 ± 2.23	200.00 ± 1.15	196.75 ± 2.87	198.50 ± 1.29	0.11
Lester	196.00 ± 0.85	196.50 ± 0.58	195.25 ± 0.96	196.25 ± 0.50	0.08
Londeree	190.83 ± 1.64	192.00 ± 1.15	189.50 ± 1.91	191.00 ± 0.82	0.08
Miller	200.58 ± 1.93	202.00 ± 1.15	199.25 ± 2.36	200.50 ± 1.29	0.12
Robinson	195.33 ± 1.83	196.50 ± 0.58	194.00 ± 2.45	195.50 ± 1.29	0.15
Rodeheffer	192.33 ± 2.46	194.00 ± 1.15	190.50 ± 3.32	192.50 ± 1.29	0.13
Tanaka 1	191.83 ± 1.64	193.00 ± 1.15	190.50 ± 1.91	192.00 ± 0.82	0.08
Tanaka 2	190.83 ± 1.64	192.00 ± 1.15	189.50 ± 1.91	191.00 ± 0.82	0.08
Tanaka 3	192.83 ± 1.64	194.00 ± 1.15	191.50 ± 1.91	193.00 ± 0.82	0.08
Whyte	190.00 ± 1.35	191.00 ± 1.15	189.00 ± 1.41	190.00 ± 0.82	0.10

Nota: diferencia significativa = $p < 0.05$.

En las comparaciones realizadas entre la FCmáx real con las teóricas estimadas (fig. 1), se observa que las FCmáx de Cooper, Karvonen y Miller fueron mayor ($p > 0.05$). Los resultados obtenidos en cada una de ellas fueron: Cooper (198.67 ± 1.87 ppm vs 191.58 ± 7.75 ppm), Karvonen (198.42 ± 2.23 ppm vs 191.58 ± 7.75 ppm) y Miller (200.58 ± 1.93 ppm vs 191.58 ± 7.75 ppm). No presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) las FCmáx de Lester (196.00 ± 0.85 ppm), Londeree (190.83 ± 1.64 ppm), Robinson (195.33 ± 1.83 ppm), Rodeheffer (192.33 ± 2.46 ppm), Tanaka (191.83 ± 1.64 ppm; 190.83 ± 1.64 ppm; 192.83 ± 1.64 ppm) y Whyte (190.00 ± 1.35 ppm).

- FCmáx real

*: $p < 0.05$ comparada con la FCmáx real ($191.58 \pm 7.5 \text{ ppm}$).

Figura 1. Comparación de la FCmáx real con estimaciones teóricas.

En la tabla 3, se muestran las correlaciones (r) de la FCmáx real con las 11 ecuaciones estimadas, se puede observar que varían entre 0.6017 y 0.7011. Las ecuaciones que presentan correlación alta son Londeree (1982) y las propuestas por Tanaka (2001) con r de 0.7011 y la más baja con $r = 0.6017$.

Tabla 3. Correlación de FCmáx estimadas respecto a la FCmáx real en futbolistas

	r	Valor p
Cooper	.6339	0.027
Karvonen	.6461	0.023
Lester	.6464	0.023
Londeree	.7011	0.011
Miller	.6137	0.034
Robinson	.6017	0.038
Rodeheffer	.6225	0.031
Tanaka1	.7011	0.011
Tanaka2	.7011	0.011
Tanaka3	.7011	0.011
Whyte	.6610	0.019

Nota: Se considera una correlación alta valores entre 0.7 a 0.89 y muy alta mayor a 0.9.

Discusión

En este estudio los sujetos evaluados fueron futbolistas universitarios con experiencia en torneos nacionales, se compararon y correlacionaron FCmáx obtenidas a través de la prueba de esfuerzo en banda sinfín y estimaciones teóricas que han sido propuestas por diversos autores y orientadas para diferentes grupos poblacionales, incluyendo deportistas. Los resultados destacan que las ecuaciones de Cooper, Karvonen y Miller no son apropiadas para planificar la carga de entrenamiento en la población estudiada debido a que sobreestiman el resultado respecto a la FCmáx real. A pesar de esto,

es común observar que la misma ecuación suele ser utilizada para planificar la intensidad de entrenamiento en los futbolistas y debido a las altas exigencias en este deporte, utilizarlas podría resultar negativo para la adaptación fisiológica, al generar fatiga mental y orgánica, lenta recuperación, aumento de lesiones y pérdida de la agilidad que en deportistas jóvenes puede ocurrir hasta en el 30%, requiriéndose hasta semanas para lograr la recuperación (Cheng, Jude y Lanner, 2020).

Por tal razón, organizar la intensidad de entrenamiento utilizando ecuaciones fiables permite jugadores más aptos fisiológicamente y menos incidencias de lesiones por sobreentrenamiento (Marulanda *et al.*, 2020). En este sentido, Rodríguez *et al.* (2017) y Lorente, Medina y Marqueta (2016) destacan que la FC_{máx} es un parámetro básico para determinar la intensidad de entrenamiento, optimizar el rendimiento y garantizar la salud cardiovascular. Puesto que jugadores de fútbol soccer contemporáneo llegan a recorrer hasta 14 kilómetros durante un partido a una intensidad del 80 al 90%, puede significar que la capacidad aeróbica y adaptación cardiovascular deben ser adecuadas desde el inicio de la preparación física (López-Revelo y Cuaspa-Burgos, 2018) para permitir a los jugadores mejor funcionalidad al momento de realizar tareas específicas según la posición de juego (Obando *et al.*, 2021) que en este estudio, los jugadores cuya posición era de medio fueron quienes presentaron mayor VO₂_{máx}, traducándose en menor frecuencia cardiaca de reposo y, por lo tanto, mejor condición física.

Los resultados obtenidos de las correlaciones indican que las ecuaciones de Tanaka y Londeree presentan mayor asociación con la FC_{máx} real, pudiendo ser útiles para utilizarlas al momento de planificar o controlar la carga de entrenamiento en futbolistas universitarios. Larson, Clair, Sumner, Bannister y Proenza (2013) mencionan que, para mejor control de la carga de entrenamiento, aunado a la frecuencia cardiaca se debe considerar el monitoreo de parámetros como lactato sanguíneo, glucosa antes y después del entrenamiento, VO₂_{máx} y percepción subjetiva del esfuerzo. Halson (2014) hace referencia a la importancia de monitorear al lactato sanguíneo como medida en los cambios de la intensidad y duración del ejercicio, analizándose otros factores como la temperatura ambiental, el estado de hidratación, la dieta, el glucógeno muscular-hepático antes del estímulo o entrenamiento. Aunque en este estudio no se contemplaron las va-

riables anteriormente mencionadas, comparar y correlacionar la FC_{máx} real con ecuaciones utilizadas en fútbol soccer permite mayor seguridad a entrenadores y preparadores físicos sobre qué ecuación utilizar para planificar la intensidad de entrenamiento grupal o individual.

Conclusiones

Las ecuaciones de Lester, Londeree, Robinson, Rodeheffer, Tanaka y Whyte pueden emplearse para planificar las sesiones de entrenamiento en futbolistas universitarios al presentar resultados similares a los obtenidos de la FC_{máx} real, aunque las ecuaciones de Tanaka y Londeree son las que presentan mayor asociación con la FC_{máx} real.

Utilizar las ecuaciones de Cooper, Karvonen y Miller para planificar la intensidad de entrenamiento pueden ocasionar sobreestimación de la carga física, ocasionando sobreentrenamiento en los futbolistas.

Recomendaciones

Se recomienda otros estudios que contemplen mayor número de sujetos y estimaciones teóricas o ecuaciones, asimismo, evaluaciones bioquímicas como indicadores de posibles cambios durante la prueba de esfuerzo. Además, se puede valorar la variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador de adaptación.

Bibliografía

- Caballero, A. R., y Vázquez, M. Á. C. (2020). Relación entre indicadores de carga interna en un juego reducido 3x3 en jóvenes futbolistas. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (37), 152-159.
- Cabrera, F. I. M., y Barrero, A. M. (2021). La percepción subjetiva del esfuerzo como herramienta de monitorización en fútbol profesional. *RICCAFD: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(1), 37-48.
- Chang, S. C., Adami, A., Lin, H. C., Lin, Y. C., Chen, C. P., Fu, T. C., ... y Huang, S. C. (2020). Relationship between maximal incremental and high-intensity interval exercise

- performance in elite athletes. *PLoS One*, 15(5), e0226313. doi.org/10.1371/journal.pone.0226313
- Cheng, A. J., Jude, B., y Lanner, J. T. (2020). Intramuscular mechanisms of overtraining. *Redox Biology*, 35, 101480. doi.org/10.1016/j.redox.2020.101480
- Dambroz, F., Clemente, F. M., y Teoldo, I. (2022). The effect of physical fatigue on the performance of soccer players: A systematic review. *Plos One*, 17(7), e0270099.
- Dellal, A., Lago-Peñas, C., Rey, E., Chamari, K., y Orhant, E. (2015). The effects of a congested fixture period on physical performance, technical activity and injury rate during matches in a professional soccer team. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 390-394. doi.org/10.1136/bjsports-2012-091290
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDONALD, A. U. D. R. Y., Russi, G. D., y Moudgil, V. K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), 822-829.
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
- Han, S. H., Choi, M. S., Kim, Y. M., Kim, D. M., Park, H. E., Hong, J. W., ... y Lee, B. J. (2022). Is age-predicted maximal heart rate applicable in patients with heart or lung disease?. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 46(3), 133-141.
- Hostrup, M., y Bangsbo, J. (2023). Performance adaptations to intensified training in top-level football. *Sports Medicine*, 53(3), 577-594. doi.org/10.1007/s40279-022-01791-z
- Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35(3):307-15.
- Karvonen, M., Kentala. E., Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Medicine Exper Fenn*. 35(3), 307-15.23.
- Lago-Peñas, C., García, A., y Gómez-López, M. (2016). Efecto de un calendario sobrecargado de partidos sobre el rendimiento físico en el fútbol de élite. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 16(1), 287-294.
- Larson, E. D., St. Clair, J. R., Sumner, W. A., Bannister, R. A., y Proenza, C. (2013). Depressed pacemaker activity of sinoatrial node myocytes contributes to the age-dependent decline in maximum heart rate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(44), 18011-18016.
- Londeree, B. R., y Moeschberger, M. L. (1982). Effect of age and other factors on maximal heart rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(4), 297-304.
- López-Revelo, J. E., y Cuaspa-Burgos, H. Y. (2018). Resistencia aeróbica en los futbolistas durante el periodo competitivo. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 2(3), 22-40.
- Lorente, V. M., Medina, J. Á., y Marqueta, P. M. (2016). Control de las cargas de entrenamiento a través de la percepción subjetiva. Predicción de la frecuencia cardíaca. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (30), 82-86.
- Marins, J. C. B., Fernández, M. D., y Peinado, P. J. B. (2013). Precisión de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14, 20.
- Marins, J. C. B., Marins, N. M. O., y Fernández, M. D. (2010). Aplicaciones de la frecuen-

- cia cardíaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 45(168), 251-258.
- Marulanda, A. G., Segura, L. M. Z., Mosquera, E. E., Vallejo, M. A. V., Riascos, I. T. A., y Ararat, D. C. R. (2020). Revisión de las técnicas de recuperación post entrenamiento más usadas para disminuir la incidencia de fatiga crónica en futbolistas. *Revista Veritas Et Scientia-Upt*, 9(2), 253-262. doi.org/10.47796/ves.v9i2.400
- Miller, W. C., Wallace, J. P., y Eggert, K. E. (1993). Predicting max HR and the HR-VO₂ relationship for exercise prescription in obesity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(9), 1077-1081.
- Miragaya, M. A., y Magri, O. F. (2016). Ecuación más conveniente para predecir frecuencia cardíaca máxima esperada en esfuerzo. *Insuficiencia Cardíaca*, 11(2), 56-61.
- Naspi, N. S. A., y Li Yin Ong, M. (2021). The Effect of Submaximal Incremental Running Test on Heart Rate Variability in University-level Male Football Athletes. *Malaysian Journal of Medicine y Health Sciences*, 17(2).
- Obando, D. A. A., Martinez, A. I. C., Moreno, E. R. A., Patarón, C. P. E., y Caguana, J. G. C. (2021). Los ejercicios isométricos como preparación física en el rendimiento deportivo de jóvenes futbolistas. *Polo del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 6(6), 1279-1294.
- Owen, A. L., Forsyth, J. J., Wong, D. P., Dellal, A., Connelly, S. P., y Chamari, K. (2015). Heart rate-based training intensity and its impact on injury incidence among elite-level professional soccer players. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 29(6), 1705-1712. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000810
- Palacio, J. E. G., y Trujillo, J. O. J. (2013). Efectos de un plan de entrenamiento de resistencia sobre el VO₂ máximo, la frecuencia cardíaca de reposo y los índices de recuperación en futbolistas juveniles. *VIREF Revista de Educación Física*, 2(4), 33-91.
- Pereira, J., y Bouzas, M. (2012). FCmáx obtenida y calculada en test máximos en cicloergometría. *Revista Brasileira de Fisiología do Exercício*, 11(2).
- Póvoas, S. C. A., Krstrup, P., Pereira, R., Vieira, S., Carneiro, I., Magalhães, J., y Castagna, C. (2019). Maximal heart rate assessment in recreational football players: A study involving a multiple testing approach. *Scandinavian Journal of Medicine y Science in Sports*, 29(10), 1537-1545. doi.org/10.1111/sms.13472
- Rodrigues, F., Monteiro, D., Ferraz, R., Branquinho, L., y Forte, P. (2023). The Association between Training Frequency, Symptoms of Overtraining and Injuries in Young Men Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(8), 5466. doi.org/10.3390/ijerph20085466
- Rodríguez, J. E. P., Florez, D. G. P., Rodríguez, P. P., Rodríguez, R. P., Rodríguez, J. F., y Herrera, L. M. (2019). Realidad de las ecuaciones predictivas para prescribir ejercicio según frecuencia cardíaca máxima en pacientes con obesidad. *riccafd: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 8(2), 26-36.
- Rodríguez, J. E. P., Morales, L. B., Rios, I. M. N., Pérez, A. C., y Gómez, J. C. Q. (2017). Frecuencia Cardíaca Máxima Mediante 220 Menos Edad versus prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce. *Movimiento Científico*, 11(1), 15-22.

- Tanaka, H., Monahan, K. D., y Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the american college of cardiology*, 37(1), 153-156.
- Terry, P. C., Karageorghis, C. I., Curran, M. L., Martin, O. V., y Parsons-Smith, R. L. (2020). Effects of music in exercise and sport: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 146(2), 91.