

Influencia de la altitud sobre la condición física de futbolistas en situaciones de entrenamiento y competición: una revisión sistemática

Influence of altitude on the physical condition of soccer players in training and competition situations: a systematic review

Fabian Humberto Montañez Rojas, Diego Alonso Sánchez Rodríguez, Néstor Ordoñez Saavedra
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (Colombia)

Resumen. Objetivo: Analizar la influencia de la altitud sobre la condición física de futbolistas en situaciones de entrenamiento y competición. Metodología: Esta revisión sistemática corresponde a la literatura disponible en bases de datos Scopus, Ebsco Host, Science Direct, y PubMed, desarrollada mediante la metodología PRISMA, en un rango de 6 años (2014 – 2020), usando las palabras (Soccer) and (altitude) and (physical condition) and (training) or (competition). Resultados: Se crearon categorías de análisis en el software QDA Miner Lite v 2.0.7. para descripción de las variables. Se recuperaron 1887 registros, de los cuales 10 artículos fueron elegibles. La calidad metodológica de los documentos se hizo de acuerdo a Law (1998). Conclusión: Los beneficios de la altitud son verificables en el entrenamiento y la competición en deportes intermitentes, pero aún requieren la creación de planificaciones más específicas en el fútbol.

Palabras clave: Fútbol, altitud, entrenamiento, competición, condición física.

Abstract. Objective: To analyze the influence of altitude on the physical condition of soccer players in training and competition situations. Methodology: This systematic review corresponds to the literature available in Scopus, Ebsco Host, Science Direct, and PubMed databases, developed using the PRISMA methodology, in a range of 6 years (2014 - 2020), using the keywords (Soccer) and (altitude) and (physical condition) and (training) or (competition). Results: Analysis categories were created in software QDA Miner Lite v 2.0.7. for description of the variables. 1887 records were retrieved, of which 10 articles were eligible. The methodological quality of the documents was made according to Law (1998). Conclusion: the benefits of altitude are verifiable in training and competition in intermittent sports, but still require the creation of more specific plans in soccer.

Keywords: Soccer, altitude, training, competition, physical condition.

Fecha recepción: 06-04-22. Fecha de aceptación: 25-04-23

Fabian Humberto Montañez Rojas
fmontanez@udca.edu.co

Introducción

El proceso de adaptación de los deportistas a la altitud, se puso de manifiesto partir de la celebración de los Juegos Olímpicos (JJOO) de México-1968, JJOO que marcaron la diferencia por desarrollarse a una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar (msnm), (Garvican et al, 2014). En consecuencia, se iniciaron investigaciones con el propósito de entender las dificultades que experimenta la adaptación del deportista a los factores del medio natural, los cuales ejercen influencia en la efectividad del entrenamiento y competición.

Señala Tovar (2014), como primer reto en la historia del fútbol en altitud, lo ocurrido en el año 1993, con la derrota de Brasil por un marcador de 2-0 en el encuentro clasificatorio al mundial, ante el seleccionado de Bolivia, realizado en La Paz (Bolivia), ubicada a una altura de 3600 msnm. Se conoce que los datos recolectados por el suceso atribuyeron el resultado a causa de la influencia de la altitud en la que se realizó la competición.

El fútbol concentra procesos aeróbicos (Vales-Vázquez et al, 2017) y anaeróbicos (Vidarte Claros et al, 2019), que deben mantenerse durante todo el partido; en general, cada partido de fútbol consiste principalmente en episodios explosivos de carreras de velocidad, (Bohner et al, 2015). El rendimiento agudo en altitud puede afectar el desempeño aeróbico y aumentar la tasa de fatiga de los atletas que ascienden desde el nivel del mar. Se ha demostrado que un cambio de altitud simulado de 300 a 2800

msnm, muestra como resultado una disminución significativa de la saturación de oxígeno hasta el agotamiento y del VO₂máx durante el ejercicio (Wehrin et al, 2006). Por otro lado, Billaut F et al. (2012) observaron una disminución aproximada del 7% en el VO₂máx por cada 1000 m de altitud creciente e igualmente a medida que los deportistas ascienden a la altitud, presentan una disminución en el volumen sistólico como resultado de una carga cardíaca anticipada reducida, debido a la hemoconcentración que causa un aumento compensatorio en la frecuencia cardíaca.

Para Rocherie et al. (2015), existe escasa literatura que evalúe los beneficios potenciales del entrenamiento en altitud en deportes intermitentes, debido a esto, los beneficios de la altitud sobre el rendimiento observados en competiciones y los factores fisiológicos notables con jugadores de deportes de equipo, aún requieren establecer procedimientos específicos de cada deporte. De esta manera Levine (2008), demostró que los deportistas de elite recurren periódicamente al entrenamiento en altitud para optimizar su condición física a nivel del mar. No obstante, los beneficios propuestos de esta metodología, al sugerir a qué altura vivir y a qué altura entrenar, no han sido validados. En teoría, las ventajas fisiológicas del entrenamiento en altura deben originar del proceso de aclimatación, una evolución del efecto del entrenamiento a través del ejercicio hipóxico o ambos.

Para Cooke et al. (2013) los estudios que garanticen los beneficios viables del entrenamiento en altitud en deportes intermitentes aún son limitados. Por otro lado, los

beneficios de la altitud al entrenar y competir con atletas de deportes de equipo como el fútbol, aun requieren la creación de planificaciones de prueba más específicas de cada deporte (Brocherie et al. 2015).

Se resalta el interés progresivo dado por la aplicación del entrenamiento en altitud para el fútbol, una de las causas fue la necesidad de adaptar a diferentes selecciones nacionales para la participación del mundial Sudáfrica 2010 y para el mundial U-20 realizado en Colombia en el año 2011, competiciones organizadas en altitud Brocherie et al. (2016). Es importante mencionar que hasta el año 2016 solo se habían realizado 10 investigaciones de entrenamiento en hipoxia, Brocherie et al. (2015^a), Brocherie et al. (2015c), Galvin et al., (2013), Gatterer et al. (2014), Hamlin et al. (2008), Hamlin et al. (2010), Kasai et al. (2015), Manimmanakorn et al. (2012), Manimmanakorn et al. (2013), Morton & Cable, (2005). Por esta causa se hace necesario realizar investigaciones que evalúen los cambios de la condición física en el fútbol luego de hacer intervención en entrenamiento y competición en altitud.

Esta revisión tuvo como propósito, analizar la influencia de la altitud en la condición física de futbolistas presentados en estudios empíricos con observaciones en entrenamiento y competición en altura media, moderada y alta sobre el nivel mar, publicados desde el 2014 a 2020.

Material y métodos

La presente revisión sistemática de la literatura científica se apoyó en las directrices establecidas por la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Metaanalyses) (Moher et al, 2009) (Figura 2).

La búsqueda se realizó en las bases de datos electrónicas: Scopus, Ebsco Host, Science Direct y PubMed, con publicaciones entre los años 2014 a 2020, a través de las palabras clave “Soccer” y “altitude”. Cada una de estas palabras se asoció con los términos “training”, “competition” y “physical condition”, unidas por medio del conector booleano “AND”, utilizando las siguientes ecuaciones de búsqueda, (Soccer) and (altitude) and (physical condition) and (training) or (competition); inicialmente se limitó la búsqueda a las palabras encontradas en el título y resumen de cada artículo.

Los criterios de inclusión fueron: (1) estudios que relacionan la condición física del fútbol con el entrenamiento o la competición en altitud; (2) estudios que incluyeron participantes hombres de edades juveniles y/o mayores; (3) solo artículos completos; (4) artículos en idioma inglés; (5) artículos de carácter empírico de tipo experimental o descriptivo de tipo cuantitativo, no se incluyeron artículos de revisión o metaanálisis.

Se realizó una selección de forma independiente (citas y resúmenes) para identificar los artículos que cumplen con los criterios de inclusión. La respectiva revisión de los artículos fue evaluada por los investigadores (-DS-; -FM-; -NO-) quienes de manera independiente revisaron las versiones del texto completo, los desacuerdos en la elegibili-

dad de los artículos, se resolvió a través del concepto dado por el investigador con mayor experiencia (DS).

Calidad de los estudios y extracción de datos

Faber et al. (2015), recomienda que la calidad metodológica se evalué mediante los formularios de revisión crítica según Law et al., (1998) para estudios cuantitativos (16 ítems): (1) objetivo, (2) relevancia de la literatura de fondo, (3) adecuación del diseño de estudio, (4,5) muestra incluida, (6) procedimiento de consentimiento informado, (7) confiabilidad de los resultados, (8) validez de los resultados, (9) detalles del procedimiento de intervención, (10) importancia de los resultados, (11) análisis de los resultados, (12) importancia clínica, (13) descripción de los datos perdidos y/o abandonos, (14) conclusión, (15) implicaciones prácticas, (16) limitaciones.

Cada ítem se evaluó de la siguiente forma: 1 (cumple), 0 (no cumple), NA (no aplicable). Se realizó el cálculo expresando en porcentaje la valoración señalada. Se especifica cada una de las valoraciones asignadas: baja calidad (<50%), buena calidad (51% - 75%), y excelente calidad metodológica (76% - 100%). Los artículos que puntuaron como <50%, no fueron incluidos dentro de la revisión.

Resultados

Se organizaron los resultados en categorías correspondientes a los temas integrados en cada uno de los documentos seleccionados en este estudio, los cuales permiten visualizar el abordaje de los estudios en torno a la altitud y el fútbol (Figura 1).

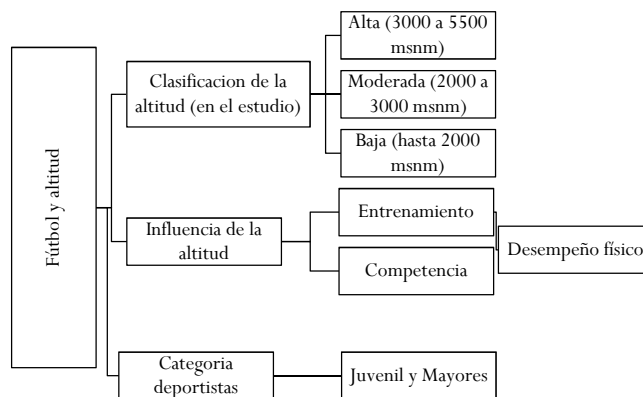


Figura 1. Categorías de análisis creadas en el software QDA Miner Lite v 2.0.7.

Búsqueda, selección e inclusión de publicaciones

Realizada la búsqueda inicial en bases de datos, se recuperaron 1886 registros, los cuales fueron identificados en las bases de datos Scopus, Ebsco Host, Science Direct y PubMed (Figura 2).

A partir de la utilización de los formularios de revisión crítica según Law et al. (1998) para estudios cuantitativos con 16 ítems (ver calidad de los estudios y extracción de datos), se realizó una valoración de la calidad metodológica de los artículos incluidos en la revisión final, ponderan-

do el cumplimiento de cada uno de ellos, destacando lo siguiente: a) seis estudios (60%), con calidad “excelente”; y b) cuatro estudios (40%) con calidad “buena”;

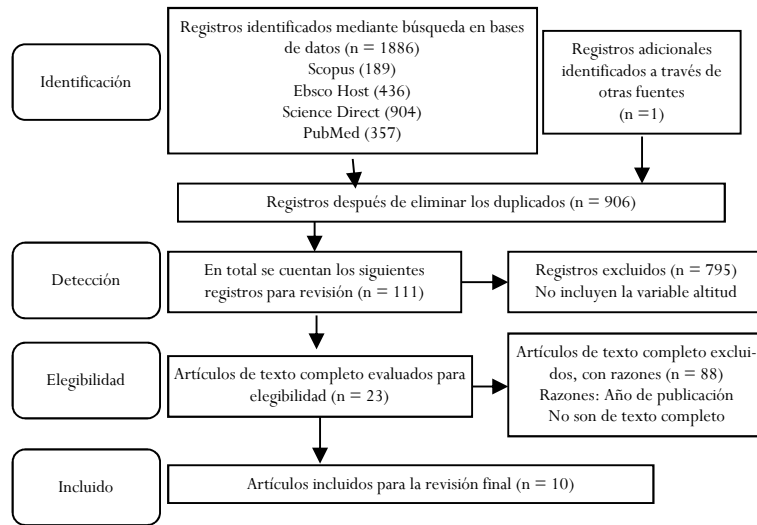


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA

Fuente: extraído de <http://prisma-statement.org/prismastatement/flowdiagram.aspx>

Tabla 1. Resultados. Estudios revisados sobre la influencia de la altitud en el fútbol

Autor	Muestra	Procedimiento	Resultados	Calidad
Cajigal et al., (2018)	Participaron 21 futbolistas profesionales de dos equipos bolivianos de primera división. Un equipo provenía de una altitud baja y no estaba aclimatado a la altitud (n = 11, Trinidad, Bolivia, 150 m), (LL) mientras que el otro equipo estaba compuesto por sujetos aclimatados a la altitud, habiendo permanecido durante al menos seis meses en una altitud elevada. (n = 10, La Paz, Bolivia, 3.600 m) (HL).	Se realizó la Prueba de Resistencia Yo-Yo (YYET). Cada jugador realizó la prueba con un dispositivo ergoespirométrico para registrar los cambios cardiopulmonares. En reposo (pre-ejercicio), y al final de la prueba, durante los primeros 30 s de recuperación (post-ejercicio), se tomó una muestra de sangre capilar y luego se utilizó para realizar las mediciones de ABB (ergoespirometría) y gas.	El VO2 máx (L·min) disminuyó a 3.600 m en ambos grupos estudiados, sin diferencia entre el lugar de residencia y altitud. En jugadores de altitud baja (LL) (p < 0,001), 3,52±0,46 vs 2,92±0,38. En jugadores aclimatados a la altitud (HL) (p<0,001), 4,02±0,5 vs 3,41±0,45. La distancia máxima recorrida (metros) fue menor en altura (3.600 m) en ambos grupos, 1.903,64±202,55 vs 1.358,2±210,6 (p < 0,001) en LL, y 2.096,0±272,4 vs 1.605,0±281,17 (p<0,001) en HL. Pre-ejercicio a 3.600 m, los LL tuvieron mayor pCO-1 (38,3±3,0 vs 30,69±1,78 mmHg; p<0,001) y menor satO2 (83,1± 2,7 vs 88,1 ± 1,1%; p < 0,01). El ejercicio en altura generó en LL mayores decrementos de pH (-0,258±0,06 vs -0,206±0,03; p < 0,05) y de EB (-18,73±2,83 vs -12,62±2,13) sin diferencias en lactato sérico (10,8 ± 2,09 vs 9,43 ± 2,1 mmol/L para LL y HL respectivamente).	73%
Marco Cossio-Bolanos, (2015)	Participaron 42 futbolistas de primera división de dos clubes del Perú pertenecientes a la Liga Nacional de Fútbol Profesional. Los sujetos (22 desde el nivel del mar y 22 desde una altitud moderada) tenían edades comprendidas entre los 20 y los 35 años. Se utilizó un muestreo no probabilístico de conveniencia para seleccionar a los jugadores profesionales.	Para este estudio, los jugadores se separaron en dos grupos: (a) los que nunca habían jugado a una altura (residentes al nivel del mar); y (b) los que hayan jugado la temporada anterior y otros en Arequipa a (2320 msnm) (nativos y residentes de altitudes moderadas). Se evaluó el peso, la altura, el % de grasa, la masa grasa, la masa libre de grasa, el VO2 máx. Y la concentración de Hb. La evaluación de las concentraciones de hemoglobina de los jugadores de fútbol participantes se realizó mientras ayunaban (primer día). Durante la mañana (8:00-9:00 hrs) del segundo día en un laboratorio cerrado con la temperatura ambiente mantenida entre 20°C y 24°C, se realizó la evaluación antropométrica de los sujetos. Entre las 9:00 y las 10:00 am en un campo de fútbol con césped natural, se midió la resistencia de los sujetos (Course-Navette).	Los resultados no mostraron diferencias entre los dos grupos de futbolistas profesionales en edad, experiencia, peso corporal, altura, % de grasa, masa grasa y masa libre de grasa. Surgieron diferencias (P < 0,001) en la concentración de Hb (g · dl-1) y VO2max (ml · kg-1 · min-1). El grupo de futbolistas profesionales que vivían, entrenaban y jugaban en Arequipa a una altitud moderada (2320 m sobre el nivel del mar) mostró niveles más altos de Hb (16,2 ± 0,7 g · dl-1) y VO2max (54,1 ± 5,9 ml · kg-1 · min-1) en comparación con jugadores que residen en regiones al nivel del mar (14,4 ± 0,7 g · dl-1) y (49,0 ± 5,9 ml · kg-1).	73%
Gatterer et al., (2019)	Participaron ocho jugadores de fútbol amateurs masculinos sanos y entrenados; edad (años) 22,3 ± 2,4 (19-26), peso (kg) 74,4 ± 9,3 (58-85), altura (cm) 181,1 ± 7,5 (169,0-191,0), juego de fútbol por semana (h) 6,8 ±	Ocho jugadores masculinos de fútbol aficionado realizaron carreras de velocidad en lanzadera en hipoxia (FiO 2~14,8%) y normoxia (orden aleatorio). Cada sesión constaba de 3 series de sprints de ida y vuelta de 5 × 10 segundos (4,5 m), con tiempos de recuperación entre repeticiones y series de 20 segundos y 5 minutos, respectivamente. Durante cada sesión se midió la distancia de	La distancia total recorrida fue similar durante las carreras de velocidad con hipoxia y normoxia (Δ -8,3 ± 14,3 m, IC del 95%: -20,2 a 3,6, p > 0,05). Durante la tercera serie, la distancia tendió a reducirse en la hipoxia en comparación con la normoxia (169 ± 6 m, IC del 95% 164-174 frente a 175 ± 4 m, IC del 95% 171-178, p= 0,070). Las diferencias en la frecuencia respiratoria durante el	73%

	0,8 (5.5-8.0), otras actividades deportivas por semana 1,8 ± 1,5 (0-4,0) (por ejemplo, nadar, trotar) (h)	carrera, los patrones de aceleración, la frecuencia cardíaca (FC) y la frecuencia respiratoria (Zephyr-PSM Training System). El estado redox y la concentración de lactato ([La]) se determinaron antes y después de cada sesión, mientras que la calificación del esfuerzo percibido (RPE) se evaluó después de las sesiones de sprint.	sprint en hipoxia y normoxia se asociaron con reducciones individuales en la distancia de sprint ($r = -0,792$, $p = 0,019$). A pesar de una distancia de carrera algo menor durante la tercera serie y respuestas similares de [La], RPE, FC y redox, la distancia de carrera general preservada indica que el estímulo de entrenamiento podría mejorar en la hipoxia en comparación con la normoxia.	
Martin Buchheit et al., (2015)	Se analizaron los datos de siete futbolistas nativos del nivel del mar (Selección Australiana Sub-17, AUS) y seis de altura (un equipo boliviano Sub-18, BOL). Ambos equipos jugaron dos partidos a nivel del mar y luego tres partidos a 3600 msnm, los días 1, 6 y 13 en altura.	Todos los jugadores realizaron la prueba de recuperación intermitente Yo-Yo nivel 1 (velocidad final, vYo-YoIR1 (Bangsbo, Iaia et al. 2008)) al nivel del mar, y los días 3 y 10 en altitud. Se emparejaron las variables de coincidencia y vYo-YoIR1 del día 1 y del día 3, y del día 10 y del día 13. El vYo-YoIR1 esperado en el día 6 se interpoló linealmente para cada jugador. Los perfiles de actividad del partido se midieron mediante GPS (Minimax Team Sports 4.0, 10 Hz, Catapult Innovations, Melbourne, Australia). Se examinó la distancia recorrida a velocidades superiores a 14,4 km.h-1 ($D > 14,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) y el 80% de vYo-YoIR1 ($> 80\% \text{ vYo-YoIR1}$) durante la primera mitad de estos juegos (la primera mitad de cada juego solo se analizó debido al gran número de sustituciones de jugadores en las segundas mitades.	Al llegar a la altitud, hubo una mayor disminución en vYo-YoIR1 (d de Cohen +1.0, 90% CL ± 0.8) y $D > 14,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (+0.5 ± 0.8) en AUS. $D > 14,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ se redujo de manera similar en relación con vYo-YoIR1 en ambos grupos, de modo que $D > 80\% \text{ vYo-YoIR1}$ permaneció igualmente sin cambios (-0,1 ± 0,8). A lo largo de la estancia en altitud, vYo-YoIR1 y $D > 14,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ aumentaron en paralelo en AUS, de modo que $D > 80\% \text{ vYo-YoIR1}$ permaneció estable en AUS (+ 6,0% / partido, 90% CL ± 6,7); a la inversa, $D > 80\% \text{ vYo-YoIR1}$ disminuyó en gran medida en BOL (-12,2% / partido ± 6,2).	67%

Tabla 2.

Autor	Muestra	Procedimiento	Resultados	Calidad
Brocherie, Girard, Faiss, & Millet, (2016)	16 jugadores de Fútbol (adolescentes) RSH, entrenamiento de sprint repetido en hipoxia), N=8 RSN, N=8 RSH (entrenamiento de sprint repetido en hipoxia) RSN (entrenamiento de sprint repetido en normoxia)	Realizar 10 sesiones de entrenamiento en 5 semanas; cinta ergométrica de correr; 2900 m (NH); 5 × 4 5-s sprints "all-out" intercalan con 45-s de recuperación. RSA (10 × 30 m, 30 s de descanso); Agilidad repetido (6 × 20 m, 30 s de descanso); tiempo de sprint (10-40 m); CMJ; VAMEVAL	RSH, N=8 -3.0% y -3.2% para los tiempos de sprint inicial y medio; -4.4% y -4.3% para los tiempos de sprint inicial y medio; -1% tiempo de sprint; +6.5% PO; NS cambio en la velocidad aeróbica máxima RSN, N=8 -2.3% y -1.9% para los tiempos inicial y medio; -2.0% y -2.4% para los tiempos inicial y medio; -2% tiempo de sprint; +5.0% PO; NS cambio en la velocidad aeróbica máxima	87%
Cruz et al., (2018)	Se trabajó con una muestra de 12 jugadores, (4 defensas, 4 mediocampistas, 2 atacantes y 2 arqueros, lo que se corresponde con el 48% del total de la población (25 jugadores) del Equipo de Fútbol de la Reserva del Barcelona Sporting Club (BSC). En el caso del cuerpo técnico, se trabajó con el 100% el director técnico, el preparador físico, el asistente y el médico.	Para diagnosticar el estado actual del fenómeno estudiado, se identificaron cuatro dimensiones, una para el trabajo con el colectivo técnico y tres para evaluar la variable en la muestra de atletas. Colectivo técnico: 1. Dimensión: conocimientos sobre el entrenamiento de resistencia para la competición en la altura. Esta contiene seis indicadores, con cuatro criterios de evaluación medidos en una escala ordinal discretizada: Muy adecuado (4), Adecuado (3), Poco adecuado (2), No adecuado (1) Muestra de futbolista. 1. Dimensión: rendimiento aeróbico (Test de Cooper) 2. Dimensión: control del Máximo Consumo de Oxígeno 3. Dimensión: efectividad de las acciones ofensivas y defensivas, contienen cinco indicadores que generaron datos cuantitativos.	Colectivo técnico: El 83% de los indicadores (5) exhibió una frecuencia de respuestas mayor al 50% en el criterio Muy adecuado, lo que deja en claro la mejora del Conocimientos sobre el entrenamiento de la resistencia para la competición en la altura por parte del Colectivo Técnico del equipo. Futbolistas: Rendimiento Aeróbico: Primera medición, se concentraron valores que oscilaron entre 2800 metros y 3099 corresponden a la categoría de «Mal» con un 60% de los casos (6). Segunda medición, oscilo entre los 3340 metros hasta los 3800 criterio de «Bueno» en relación al pretest, donde los mejores resultados se concentraron en el criterio de Bueno con un 70% de los casos. La comparación de los datos indica que la significación bilateral fue de $p = .000$. Control del Máximo Consumo de Oxígeno: el promedio de los resultados del VO ₂ máx., fue de 53,92 ml/kg/min, calificado de «Mal», con un 50%. La medición posterior muestra un incremento significativo al ubicar el mayor porcentaje en el criterio de Normal donde los valores oscilan entre 57-61 ml/kg/min (60%). La significación bilateral que arrojó la prueba paramétrica utilizada fue de $p = .000$, con una media en el post test (61.08 ml/kg/min), lo que permite plantear que existen diferencias significativas entre el Pre y el Post tratamiento y corrobora el valor de la implementación de la propuesta en la práctica.	80%
Inness et al., (2017)	Quince futbolistas australianos fueron emparejados para el nivel de prueba de recuperación intermitente Yo-Yo nivel 2 (Yo-YoIR2), los 15 participantes completaron el estudio (LHTL n = 7, 20.1 ± 1.2 años, 83.2 ± 6.8 kg, 182.7 ± 7.8 cm, CON n = 8,	Fueron asignados a LHTL (n = 7) o control (CON; n = 8). LHTL pasó 19 noches (3 × 5 noches, 1 × 4 noches, cada bloque separado por 2 noches a nivel del mar) a 3000 m de altitud simulada (F: 0,142). Yo-Yo IR2 se realizó antes y después de las 5, 15 y 19 noches. Se realizó una contrarreloj (TT) de 2 y 1 km antes y después de la intervención. La masa de hemoglobina (Hb) se midió en LHTL después de 5, 10, 15 y 19 noches.	Comparado con pre, Hbmas fue posiblemente mayor después de 15 noches (3.8%, tamaño del efecto (ES) 0.19, límites de confianza del 90% 0.05–0.33) y muy probablemente más alto después de 19 noches (6.7%, 0.35, 0.10; 0.52). Para Yo-Yo IR2, el cambio de grupo LHTL no fue significativamente diferente de CON después de 5 noches, posiblemente mayor después de 15 noches (10.2%, 0.37, -0.29; 1.04), y probablemente mayor después de	80%

20.2 ± 1.4 años, 83,6 ± 11,7 kg y 184,2 ± 8,5 cm).

19 noches (13.5%, 0.49, -0.16; 1,14). Ambos grupos mejoraron 2 km TT, con una mejora de LH TL posiblemente mayor que CON (1,9%, 0,22, -0,18; 0,62). Solo LH TL mejoró el TT de 1 km, con una mejora de LH TL probablemente mayor que CON (4.6%, 0.56, -0.08; 1.04).

Wonnabusapawich et al., (2017)	Cuarenta jugadores de fútbol varones (edad 20,4 ± 0,8 años, media ± DE) seleccionados aleatoriamente en dos grupos: un grupo de entrenamiento al nivel del mar (ST, n = 20) y un grupo de entrenamiento de altura (AT, n = 20).	Se pidió a todos los jugadores que entrenaran 2 horas al día, 5 días a la semana durante 8 semanas. El entrenamiento consistió en un calentamiento y estiramiento (15 min), acondicionamiento físico que incluyó entrenamiento de fuerza, resistencia, agilidad y velocidad (25 min), entrenamiento de habilidades específicas de fútbol (25 min), estrategia de equipo (40 min), seguido de un enfriamiento (15 min). Además, todos los jugadores completaron 15 minutos de ciclismo estacionario a 100-120 W (Monark, ergómetro 828E, Suecia) 3 días a la semana. El grupo de entrenamiento en altitud completó el ciclismo estacionario mientras respiraba una F (equivalente a 3000 m) de un hipoxicador comercial (Altitude Training System, Australia), mientras que el grupo del nivel del mar respiró aire ambiente normal (FIO ₂ del 15% = 21%) del mismo sistema.	En comparación con el nivel del mar, el grupo de altitud aumentó la eritropoyetina, el recuento de glóbulos rojos y el hematocrito 1 día después del entrenamiento (42,6 ± 24,0%, 1,8 ± 1,3%, 1,4 ± 1,1%, media ± 95% CL respectivamente). A los 14 días después del entrenamiento, solo el recuento de glóbulos rojos y la hemoglobina eran sustancialmente más altos en la altitud en comparación con el grupo del nivel del mar (3,2 ± 1,8%, 2,9 ± 2,1% respectivamente). En comparación con el nivel del mar, el grupo de altitud 1-2 días después del entrenamiento, mejoró sus tiempos de carrera de 50 m (-2,9 ± 1,4%) y 2800 m (-2,9 ± 4,4%) y demostró una velocidad aeróbica máxima más alta (4,7 ± 7,4%). Estos cambios de rendimiento se mantuvieron 14 días después del entrenamiento con la adición de un VO ₂ máx estimado probablemente más alto en la altitud en comparación con el grupo del nivel del mar (3,2 ± 3,0%).	80%
Garvican et al., (2014)	Participaron veinte jugadores de fútbol juvenil de élite del equipo australiano Sub-20 (edad media ± DE 18,8 ± 1,0 años, altura 180,8 ± 6,1 cm, masa corporal 77,4 ± 6,2 kg), el equipo había sido seleccionado para jugar los 3 partidos de la fase de grupos a una altitud de ~ 2200 m.	Los futbolistas tuvieron su perfil de actividad, en un partido de nivel del mar (SL) y 2 de altitud (Alt, 1600 m, d 4 y d 6), medido con un sistema de posicionamiento global. Las medidas expresadas en metros por minuto de tiempo de partido fueron la distancia total, la carrera a baja y alta velocidad (LoVR, 0.01-4.16 m / s HiVR, 4.17-10.0 m / s) y la frecuencia de aceleraciones máximas (> 2.78 m / s ² ;). Se identificaron el pico y la etapa subsiguiente para cada medida y se calculó un índice de fatiga transitoria. La frecuencia cardiaca (FC) media durante el último minuto de una tarea de carrera submáxima (5 min, 11 km / h) se registró en SL y durante 10 d en Alt. Las diferencias se determinaron entre SL y Alt utilizando el cambio porcentual y la estadística de tamaño del efecto (ES) con intervalos de confianza del 90%.	La FC media casi con certeza aumentó en el d 1 (5.4%, ES 1.01 ± 0.35) y probablemente permaneció elevada tanto en el d 2 (ES 0.42 ± 0.31) como en el d3 (ES 0.30 ± 0.25), volviendo a la línea de base en el d 5. La distancia total fue casi con certeza menor que SL (ES -0.76 ± 0.37) en el día 4 y probablemente permaneció reducido en el día 6 (ES -0.42 ± 0.36). El HiVR probablemente disminuyó en el día 4 frente a SL (-0,47 ± 0,59), sin un efecto claro de la altitud en el día 6 (-0,08 ± 0,41). La fatiga transitoria en los partidos fue evidente en SL y Alt, con una disminución posiblemente mayor en Alt.	80%
H. Gatterer et al., (2014)	Dieciséis jugadores de fútbol jóvenes varones sanos (jugadores de campo, edad 15,3 ± 0,5 años), de un centro de entrenamiento de fútbol de élite participaron en el estudio.	Fueron asignados aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de hipoxia o normoxia. Dentro de un período de 5 semanas, los jugadores, que no fueron informados sobre la intervención de hipoxia, realizaron al menos 7 sesiones de entrenamiento de velocidad de carrera de lanzadera idéntico en una sala de entrenamiento normal (FIO ₂ = 20,95%) o en una cámara hipóxica (FIO ₂ = 14,8%; aproximadamente 3300 m), ambos equipados con el mismo piso. Cada sesión de entrenamiento constaba de 3 series de sprints de ida y vuelta de 5x10 s (4,5 m) realizados a máxima intensidad. El tiempo de recuperación entre repeticiones fue de 20 segundos y entre series de 5 minutos. Antes y después del período de entrenamiento se realizaron el RSA (sprint de lanzadera de 6 x 40 m con 20 s de descanso entre lanzaderas) y la prueba YYIR. El tamaño de la cámara no restringió la intensidad del entrenamiento del sprint (ambos grupos realizaron aproximadamente 8 lanzaderas durante 10 s).	Los jugadores del grupo RSH realizaron 7,2 ± 1,1 y los del grupo RSN 7,8 ± 0,4 sesiones de entrenamiento (p = 0,306). La intensidad del entrenamiento, indicada por el número de lanzaderas completadas, no difirió entre los grupos (7,8 ± 0,1 frente a 7,7 ± 0,2, p = 0,228 media de las lanzaderas realizadas durante las sesiones de entrenamiento). Las concentraciones de lactato medidas después de la primera sesión de entrenamiento no difirieron entre los grupos (8,7 ± 0,8 frente a 9,4 ± 2,2 mmol·L ⁻¹ , para el grupo RSH y RSN, respectivamente; p = 0,562) y no cambiaron después del período de entrenamiento. (7,7 ± 1,9 frente a 9,6 ± 2,6 mmol·L ⁻¹ para el grupo RSH y RSN, respectivamente; efecto principal: entrenamiento p = 0,685, interacción: entrenamiento x grupo p = 0,475). El rendimiento de la prueba YYIR mejoró después del entrenamiento (p = 0.045) y la concentración de lactato disminuyó luego de la prueba YYIR (p = 0.002), sin diferencias entre grupos. Después de RSH, la pendiente de fatiga fue menor en comparación con RSN (p = 0.024).	80%

Discusión

Gutiérrez Cruz et al. (2018) menciona que, el entrenamiento en altitud (hipoxia natural) se ha ido reconociendo por su validez en el tratamiento de la condición física y ascenso del rendimiento deportivo. Analizó a 12 jugadores, realizando dos mediciones de rendimiento aeróbico, en la primera, se concentraron valores que oscilaron entre 2800 msnm y 3099 msnm, los cuales corres-

pondieron a la categoría «Mal» con un 60% de los casos. Y en la segunda medición osciló entre los 3340 msnm hasta los 3800 msnm, demostrando un criterio de «Bueno» en relación al pretest, donde los mejores resultados se concentraron en el criterio de Bueno con un 70% de los casos. La comparación de los datos indica que la significación bilateral fue de $p=.000$. Por tanto, el aumento de la efectividad demostró relevancia debido a que el desarrollo continuo de esfuerzo y la condición de las reservas energé-

ticas se ven disminuidas en el último cuarto de juego, además, se considera que la disminución de la presión barométrica y los porcentajes de oxígeno en sangre, intensifican la demanda de hiperventilación y el volumen de disponibilidad de oxígeno en los tejidos.

Estas condiciones expresan un déficit de oxígeno que estimula al organismo al aumento de producción de glóbulos rojos determinando un factor benéfico que estimula el transporte de oxígeno al músculo Pancorbo Sandoval (2004), esta información coincide con el estudio de Wonabussapawich et al. (2017) quienes evaluaron a 40 jugadores de fútbol en entrenamiento de pretemporada y como resultado se obtuvo que el grupo de altitud aumentó la eritropoyetina, el recuento de glóbulos rojos y el hematocrito un día después del entrenamiento. Se indica entonces, que después de 14 días del entrenamiento en altitud, el recuento de glóbulos rojos y la hemoglobina son significativamente más altos en la altitud en comparación con el grupo de jugadores del nivel del mar. Teniendo en cuenta que los beneficios en factores hematológicos contribuyen en una condición física de mayor duración, los resultados se acercan al contexto deportivo de jugadores de fútbol, debido a que el entrenamiento en altura, si favorece el rendimiento del juego y la capacidad aeróbica.

Por otro lado, Cajigal et al. (2018) mencionan que, las variaciones en el volumen sanguíneo y en la respuesta eritropoyética afectan directamente al CaO_2 (contenido arterial de oxígeno). De esta manera, la hiperventilación característica de la hipoxia reduce el CO_2 (dióxido de carbono), y la PaCO_2 (presión arterial), lo que consecutivamente involucra el restablecimiento del equilibrio ácido-base (ABB) a través de la excreción renal de bicarbonato. Hacen referencia a que los cambios señalados se integran al factor de aclimatación a la altitud. Según lo indica, Levine et al. (2008) demandan alrededor de dos a tres semanas para su adaptación, por consiguiente, genera considerables inconvenientes logísticos para su ejecución en las competiciones deportivas. Revisada esta dificultad se afirma que, gran parte de los equipos eligen llegar, jugar y regresar el mismo día del encuentro en altura, estrategia designada "fly-in, fly-out" o jugar en "hipoxia aguda inmediata" (IAH).

Cajigal et al. (2018) sugieren que el resultado de la exhibición bajo una condición IAH afectaría de igual manera la condición física y cardiopulmonar en competición de sujetos aclimatados y no aclimatados a la altitud. Su estudio muestra que, el VO_2 máx ($\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$) disminuyó a 3.600 msnm en ambos grupos estudiados, sin diferencia entre el lugar de residencia y altitud, es decir la disminución del VO_2 máx de los deportistas que habitan en tierras bajas (LH) y los que habitan en tierras altas (HL), es similar; esto permite afirmar que la exposición aguda a la hipoxia en un periodo inicial de seis horas afecta equivalentemente el rendimiento en competición de LL y HL, aunque cabe anexar que cuando esta exposición se extiende a 48 horas, afecta en mayor proporción a los sujetos LL. Se afirma que las condiciones de IAH hacen que los jugadores de LL

obtengan una alta acidosis metabólica después de realizada la actividad, en resumen, esto favorece una mejor disponibilidad de oxígeno en el músculo, facilitando así, una compensación favorable a la disminución de la PaCO_2 por el factor hipoxia.

En el presente estudio se encontró que, para Cooke et al. (2013) existen pocos estudios que corroboren los beneficios potenciales del entrenamiento en altitud en deportes intermitentes. Aunque Bärtsch et al. (2008), discuten sobre la creencia de vivir en altitud como estrategia competente en deportes de equipo; Brocherie et al. (2015), señalan que los beneficios del entrenamiento en altitud respecto a encuentros deportivos y sistemas fisiológicos notables con atletas de deportes de equipo, aún exigen el establecer protocolos de prueba más explícitos de cada deporte; de otro modo, Brocherie et al. (2016) indican que los métodos más utilizados como el IHT (entrenamiento hipóxico intermitente), método que en resumen es vivir a nivel del mar y entrenar en altitud, aun muestran resultados deficientes para la mejora de la condición física al nivel del mar, al compararlo con los entrenamientos habituales en normoxia. Debido a esto, concuerda con el estudio anterior por que las particularidades fisiológicas del entrenamiento hipóxico hasta entonces son imprecisas y su interpretación con la mejora de la condición física es imperceptible.

Cossio-Bolanos et al. (2015) aportan sobre la concentración de hemoglobina en futbolistas, demostraron en su investigación con una diferencia de ($P < ,001$) que el grupo de futbolistas profesionales que vivían, entrenaban y jugaban a una altitud moderada (2320 msnm) obtuvieron niveles más altos de Hb y VO_2max en comparación con jugadores residentes en regiones al nivel del mar ($14,4 \pm 0,7 \text{ g} \cdot \text{dl}^{-1}$) y ($49,0 \pm 5,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1}$), resultados que sugieren que los futbolistas que residen a bajas altitudes deben viajar días antes del periodo de entrenamiento a regiones más altas, debido a que los efectos de la eritropoyesis inician desde el primer día de llegada a la altitud; cabe anexar que factores como la edad, experiencia, peso corporal, altura, % de grasa, masa grasa y masa libre de grasa no presentaron diferencias significativas entre jugadores residentes a nivel del mar y jugadores residentes en altitud moderada, lo cual sugiere que los futbolistas profesionales son comparativamente homogéneos al referirse a sus particularidades físicas independientes de la región geográfica donde practican el fútbol; en resumen el estudio señala que el aumento fundamental de la hemoglobina se da después de un promedio de tres a cuatro semanas de adaptación en altitudes superiores a los 2000 msnm .

Inness et al. (2017), confirman que, transcurridas 19 noches de entrenamiento "vivir alto, entrenar bajo" (LHTL) en pretemporada, el aumento en el rendimiento de carrera intermitente en jugadores de deportes de equipo fue mayor que en el entrenamiento a nivel del mar, por lo cual manifiestan que el acrecimiento del rendimiento después de LHTL suele ser más incuestionable en un segundo desafío aeróbico. De este modo el autor sugiere

que, si el propósito de los jugadores de fútbol es aumentar la capacidad aeróbica y la hemoglobina, el método LHTL, aporta mayor confiabilidad para obtenerlo.

Frente a estas situaciones, Levine et al. (2008) sugiere realizar una fase de aclimatación a la presión parcial de oxígeno modificada y a la resistencia del aire. El periodo parcial de la aclimatación a la hipoxia obedece a la condición decisiva de la altitud y la manifestación previa a la altitud de los jugadores; también identificó que, cuando un equipo proveniente de altitud moderada, se aclimata para encuentros deportivos al nivel mar, pocos días se consideran suficientes para la adaptación a la altitud y a las variables técnico tácticas; por otro lado Platonov, (2001), indica que, el competir al máximo nivel y el efectuar un entrenamiento de alta intensidad en altura durante 20 días, continuado por una fase de similar duración con cargas extremas a nivel del mar, es un medio eficaz para el aumento de posibles adaptaciones del deportista hacia el objetivo de la resistencia. Por otro lado, si el equipo logra su aclimatación para competición hacia una altitud moderada (2000 a 3000 msnm), el autor sugiere que un ciclo de una semana promedio, puede provocar los síntomas iniciales de ajuste fisiológico. Se debe anexar que, para conseguir adaptación al desempeño de la condición física a nivel del mar, se estima que es ineludible la estancia de mínimo dos semanas, tiempo que es imposible de cumplir por equipos de fútbol profesional debido a que la competición s demandan dos a tres partidos por semana en diferentes regiones y a diferentes altitudes.

Conclusiones

La competición de fútbol en altura y sin un previo entrenamiento de aclimatación, disminuye el rendimiento de la condición física y eleva significativamente el esfuerzo, este momento de pérdida de capacidad aeróbica genera como consecuencias, menor potencia, menor fuerza de pateo al balón, velocidad reducida y una deficiente coordinación motriz.

El periodo aproximado de adaptación oscila de tres a cuatro semanas, pero es imposible que los equipos de fútbol visitantes puedan residir durante ese periodo de tiempo. Se ha recomendado una adaptación aguda, llegando seis horas antes de la competición para evitar el efecto de la altura, aunque esto no reduce significativamente los factores mencionados.

El entrenamiento en altitud puede lograr una mejora en el desempeño de la condición física en parámetros que positivamente afecten a los jugadores de fútbol en altitudes relativamente bajas (825 msnm), cuando se complementan con entrenamientos hipóxicos intermitentes de menor duración, en alturas similares a los 3000 msnm.

Referencias

Bangsbo J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 145, 1-155. PMID: 8059610.

- Bärtsch, P., Dvorak, J., & Saltin, B. (2008). Football at high altitude. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18 Suppl 1, 0-1. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00826.x>
- Bärtsch, P., Saltin, B., & Dvorak, J. (2008). Consensus statement on playing football at different altitude. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18 Suppl 1, 96-99. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00837.x>
- Bohner, J. D., Hoffman, J. R., McCormack, W. P., Scanlon, T. C., Townsend, J. R., Stout, J. R., Fragala, M. S., & Fukuda, D. H. (2015). Moderate Altitude Affects High Intensity Running Performance in a Collegiate Women's Soccer Game. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 147-154. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0070>
- Brocherie, F., Millet, G. P., Hauser, A., Steiner, T., Rysman, J., Wehrin, J. P., & Girard, O. (2015). "live High-Train Low and High" Hypoxic Training Improves Team-Sport Performance. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 47, Issue 10). <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000630>
- Brocherie, F., Girard, O., Faiss, R., & Millet, G. P. (2016). Altitud y deportes de equipo: métodos tradicionales desafiados por un entrenamiento. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 338-358.
- Billaut, F., Gore, C. J., & Aughey, R. J. (2012). Mejorar el rendimiento de los atletas de deportes de equipo: ¿Es relevante el entrenamiento en altura? *Sports Medicine (Auckland, Nueva Zelanda)*, 42 (9), 751-767. <https://doi.org/10.1007/bf03262293>
- Buchheit, M., Simpson, M. B., Al Haddad, H., Bourdon, P. C., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Monitoring changes in physical performance with heart rate measures in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 112(2), 711-723. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2014-0>
- Buchheit, M., Hammond, K., Bourdon, P. C., Simpson, M. B., Garvican-Lewis, L. A., Schmidt, W. F., Gore, C. J., & Robert J. Aughey, R. J. A. (2015). Relative Match Intensities at High Altitude in Highly-Trained Young Soccer Players (ISA3600). *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(1), 98-102. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=103752070&lang=es&site=ehost-live>
- Cajigal, J., Arnedo, O. F., & Orellana, J. N. (2018). Effects of acute exposure to high altitude in acclimatized and non-acclimatized professional soccer players. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 35(2), 86-92.
- Cooke, K., Galvin, H. M., Sumners, D. P., Mileva, K. N., & Bowtell, J. L. (2013). Repeated sprint training in normobaric hypoxia. *British Journal of Sports Medicine*, 47(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092826>
- Cossio-Bolanos, M., Gómez-Campos, R., Andruske, C. L., Olivares, P. R., Santi-Maria, T., Lazari, E., Rocha, C. L., & De Arruda, M. (2015). Hemoglobin concentration and resilience of professional soccer players residing at sea level and moderate altitude regions. *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(1), 76-84.
- Faber, I. R., Bustin, P. M. J., Oosterveld, F. G. J., Elferink-gemser, M. T., & Sanden, M. W. G. N. Der. (2015). *Assessing personal talent determinants in young racquet sport players: a systematic review*. *July*, 37-41. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1061201>
- Garvican, L. A., Hammond, K., Varley, M. C., Gore, C. J.,

- Billaut, F., & Aughey, R. J. (2014). Lower running performance and exacerbated fatigue in soccer played at 1600 m. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 397–404. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2012-0375>
- Gatterer, H., Philippe, M., Menz, V., Mosbach, F., Faulhaber, M., & Burtcher, M. (2014). Shuttle-run sprint training in hypoxia for youth elite soccer players: A pilot study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(4), 731–735.
- Gatterer, H., Menz, V., Untersteiner, C., Klarod, K., & Burtcher, M. (2019). Physiological Factors Associated with Declining Repeated Sprint Performance in Hypoxia. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 211–216. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001891>
- Girard, O., Amann, M., Aughey, R., Billaut, F., Bishop, D. J., Bourdon, P., Buchheit, M., Chapman, R., D'Hooghe, M., Garvican-Lewis, L. A., Schmidt, W., & Schumacher, Y. O. (2013). Position statement-Altitude training for improving team-Sport players' performance: Current knowledge and unresolved issues. *British Journal of Sports Medicine*, 47(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093109>
- Gutiérrez Cruz, M., Guillén Pereira, L., Perlaza, FA, Guerra Santiesteban, JR, Capote Lavandero, G., & Ale de la Rosa, Y. (2018). El entrenamiento de la resistencia y sus efectos en la competición en la altura en el fútbol ecuatoriano. *Retos digitales*, 33, 221–227. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i33.57672>
- Hamlin, M J, Marshall, H. C., Hellemans, J., Ainslie, P. N., & Anglem, N. (2010). Effect of intermittent hypoxic training on 20 km time trial and 30 s anaerobic performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(4), 651–661. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00946.x>
- Hamlin, Michael J, Hinckson, E. A., Wood, M. R., & Hopkins, W. G. (2008). Simulated rugby performance at 1550-m altitude following adaptation to intermittent normobaric hypoxia. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(6), 593–599. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.07.005>
- Inness, M. W. H., Billaut, F., & Aughey, R. J. (2017). Live-high train-low improves repeated time-trial and Yo-Yo IR2 performance in sub-elite team-sport athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(2), 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.518>
- Kasai, N., Mizuno, S., Ishimoto, S., Sakamoto, E., Maruta, M., & Goto, K. (2015). Effect of training in hypoxia on repeated sprint performance in female athletes. *SpringerPlus*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1041-4>
- La, E. A. D. E. (2013). Fútbol. Entrenamiento Actual De La Condición Física Del Fútbolista. *MHSalud*, 10(2), 1–131.
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). *Mcmasters_Quantitative-Review*. 1–3.
- Levine, B. D., Stray-Gundersen, J., & Mehta, R. D. (2008). Effect of altitude on football performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18 Suppl 1, 76–84. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00835.x>
- Manimmanakorn, A., Hamlin, M. J., Ross, J. J., Taylor, R., & Manimmanakorn, N. (2013). Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(4), 337–342. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.08.009>
- Manimmanakorn, A., Manimmanakorn, N., Taylor, R., Draper, N., Billaut, F., Shearman, J. P., & Hamlin, M. J. (2013). Effects of resistance training combined with vascular occlusion or hypoxia on neuromuscular function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 113(7), 1767–1774. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2605-z>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. In *PLoS Medicine* (Vol. 6, Issue 7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Morton, J. P., & Cable, N. T. (2005). The effects of intermittent hypoxic training on aerobic and anaerobic performance. *Ergonomics*, 48(11–14), 1535–1546. <https://doi.org/10.1080/00140130500100959>
- Pancorbo, A. E. (2003). Planificación y control del entrenamiento en la altura media para deportistas de alto nivel (I). *Archivos de medicina del deporte*, (97), 443–447
- Pancorbo Sandoval, A. E. (2004). Planificación y control del entrenamiento en la altura media para deportistas de alto nivel (III). *Archivos de Medicina Del Deporte*, 21(102), 339–344.
- Platonov, V. N. (2001). Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico. In *Libro* (Vol. 53, Issue 9).
- Rocherie, F. R. B., Irard, O. L. G., & Aiss, R. A. F. (2015). *H i t h : a d - b , p - c f s y f p*. 28, 226–237.
- Tovar, J. (2014). Gasping for air: Soccer players' passing behavior at high-altitude. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 10(4), 411–420. <https://doi.org/10.1515/jqas-2014-0035>
- Vales-Vázquez, A., Areces-Gayo, A., Arce-Fernández, C., & Torrado-Quintela, J. (2016). Comparación del grado de especificidad de dos microciclos de entrenamiento en fútbol correspondientes a un equipo profesional ya un equipo en formación. *Retos digitales*, 32, 14–18. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i32.50606>
- Vidarte Claros, JA, Castiblanco, HD, Villa Barco, JW, & Ortega Parra, AJ (2019). Valores de la resistencia del jugador de fútbol universitario en condiciones especiales, de la ciudad de Manizales (Colombia) *Retos digitales*, 36, 211–215. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.66592>
- Wehrin, J. P., Zuest, P., Hallén, J., & Marti, B. (2006). Live high-train low for 24 days increases hemoglobin mass and red cell volume in elite endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 100(6), 1938–1945. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01284.2005>
- Wonnabussapawich, P., Hamlin, M. J., Lizamore, C. A., Manimmanakorn, N., Leelayuwat, N., Tunkamnerdthai, O., Thuwakum, W., & Manimmanakorn, A. (2017). Living and training at 825 M for 8 weeks supplemented with intermittent hypoxic training at 3,000 M improves blood parameters and running performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3287–3294. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000000222>