

Santiago López, N.V.; Alba Rodríguez, R.O.; Cervantes Hernández, N. y Enríquez-del Castillo, L.A. (202x) Sports Performance According to Altitude in Fut Ball Players According to Somatotype. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. X (X) pp. xx. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/](http://cdeporte.rediris.es/revista/)___*

ORIGINAL

RENDIMIENTO DEPORTIVO SEGÚN ALTITUD EN JUGADORES DE FÚTBOL ACORDE A SOMATOTIPO

SPORTS PERFORMANCE ACCORDING TO ALTITUDE IN FUT BALL PLAYERS ACCORDING TO SOMATOTYPE

Santiago López, N.V.¹; Alba Rodríguez, R.O.²; Cervantes Hernández, N.³ y Enríquez-del Castillo, L.A.⁴

¹ Preparador físico e investigador. Departamento de preparación física, Club Tijuana Xoloitzcuintles de Caliente. Tijuana, Baja California (México) noe.santiago@xolos.com.mx

² Coordinador de preparación física e investigador. Departamento de preparación física, Club Tijuana Xoloitzcuintles de Caliente. Tijuana, Baja California (México) faziel.alba@xolos.com.mx

³ Personal docente e investigador. Departamento laboratorios de investigación de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física. Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Chihuahua (México) ncervantes@uach.mx

⁴ Personal docente e investigadora. Departamento laboratorios de investigación de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física. Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Chihuahua Orcid: orcid.org/0000-0001-6125-6526 (México) lenriquez@uach.mx

Código UNESCO/UNESCO Code: 241106 Fisiología del ejercicio/Exercise Physiology. **Clasificación del Consejo de Europa/ Council of Europe classification:** 6 Fisiología del ejercicio/Exercise Physiology.

Recibido 21 de octubre de 2021 **Received** October 21, 2021

Aceptado 8 de mayo de 2022 **Accepted** May 8, 2022

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar el efecto de la altitud sobre el rendimiento físico en jugadores profesionales de fútbol durante los partidos jugados en la liga MX según su somatotipo. Para ello, se evaluaron 29 jugadores de fútbol profesional, se clasificó por somatotipo y se midieron acciones anaerobias durante la fase regular competitiva a través del dispositivo GPS WIMU. Se relacionó el desempeño deportivo según la altitud del lugar donde jugaron. No se encontraron diferencias según el somatotipo de los jugadores. En las variables de rendimiento se encontraron correlaciones significativas para las variables de aceleración de 3m/s² y 2m/s², desaceleración de 3m/s², intensidad y carga metabólica con base en los

partidos jugados a mayor altitud. El rendimiento físico de los jugadores evaluados se ve afectado en procesos anaerobios según la altitud durante los partidos cuando se exigen ejecuciones de acciones de juego a mayor intensidad.

PALABRAS CLAVE: Anaeróbico, Competición, Fútbol soccer, GPS, Monitorización del Rendimiento.

ABSTRACT

The objective of the study was to analyze the effect of altitude on physical performance in professional soccer players during matches played in Liga MX according to somatotype. 29 professional soccer players were evaluated, classified by somatotype, aerobic and anaerobic variables were measured in the regular competitive phase through the WIMU GPS device. Sports performance was related to the altitude of the place where they played. No differences were found according to the somatotype of the players. In the performance component, significant correlations were found for the variables of acceleration of $3m / s^2$ and $2m / s^2$, deceleration of $3m / s^2$, intensity and metabolic load based on the games played at the highest altitude. The physical performance of the players is affected in anaerobic processes according to the altitude during the matches when execution of game actions with higher intensity is required.

KEYWORDS: Anaerobic, Competition, Soccer, GPS, Performance Monitoring.

INTRODUCCIÓN

El fútbol ha evolucionado a gran escala en diversas áreas, tratando de incrementar el rendimiento de los futbolistas en la competición, con la finalidad de brindar un mejor espectáculo competitivo a través de las estrategias técnico-tácticas presentadas durante los partidos (Federación Internacional de Fútbol Asociación, 2020), El fútbol es un deporte que implica ejercicio intermitente de intensidad variable, donde cerca del 88% del ejercicio de un partido de fútbol implica actividades aeróbicas y el 12% restante, son actividades de alta intensidad o anaeróbicas (Jacob, 2017) las cuales son menormente reportadas pero igual de desarrolladas durante la práctica, siendo estas imprescindibles durante las jugadas en los partidos.

Mientras que el entrenamiento es parte fundamental del desarrollo del jugador (Ardá & Casal, 2003) la periodización del entrenamiento desempeña un papel crucial para lograr el objetivo de tener mejores jugadores (Rivas & Sánchez, 2013) tomando en cuenta aspectos como la influencia que tiene el tamaño del campo y el horario del partido (Gutierrez et al., 2018), la carga externa e interna (Rojas-Inda, 2018), la composición corporal, su somatotipo y con ello el correcto desarrollo del rendimiento físico, el cual se basa en un adecuado proceso de desarrollo de las capacidades condicionales y coordinativas (Benítez-Jiménez, Falces-Prieto & García-Ramos,

2020). Sumado a ello, existe una gran cantidad de pruebas para evaluar el rendimiento físico, así como métodos tecnológicos de evaluación (Reche-Soto, et al., 2019) sin embargo se requieren procedimientos más concretos para apreciar las habilidades físicas (Ramos-Álvarez, Jiménez-Borrero, Paredes-Hernández, Gallardo, Romero-Moraleda, & Cid, 2021) como se presenta en el actual estudio ya que ello podrá determinar en gran medida el resultado final del marcador.

A pesar del seguimiento de las variables cinemáticas en competición, los aspectos relacionados a la fisiología del ejercicio, como la identificación del volumen e intensidad del ejercicio en los partidos, las valoraciones periódicas de capacidades físicas, nutricionales y antropométricas deben ser consideradas variables intervinientes dentro del desarrollo de competencia (Padulles, 2017), además de factores externos como el clima, la altitud, el cambio de horario, entre otras, las cuales son necesarias para realizar un mejor esquema, planteamiento de juego y un correcto desarrollo técnico-táctico estratégico que se vea reflejado en el partido (Álvarez-Kurogi, 2020) así como la propia influencia de la competición (Sánchez, García, Carcedo, Hernández, Carretero, & Sanchez-Sanchez, 2019).

El fútbol posee cada vez más exigencia desde el punto de vista físico (León-Ariza, Ramírez, & Sánchez, 2015), cada movimiento dentro del campo conlleva acciones mecánicas específicas a un ritmo diferente de la esfera física. La buena incorporación de este componente con el técnico-táctico, estratégico, psicológico y nutricional conllevan a un control óptimo del juego. El patrón de ejercicio en el fútbol se puede describir como interválico y acíclico, con esfuerzos máximos superpuestos (Toscano, 2013) el cual requiere alta intensidad en ejercicios intermitentes o discontinuos (Coutts & Sirotic, 2018), los cuales incluyen acciones en espacios cortos y/o amplios, donde se manifestaran ejecuciones de aceleraciones y desaceleraciones, saltos, giros, cambios de dirección y acciones de velocidad de alta intensidad en distintas zonas de velocidad manifestadas arriba de un umbral de 18 km/h traducidas como High Speed Running o Sprint (Sánchez-García, Sánchez-Sánchez, Rodríguez-Fernández, Solano, & Castillo, 2018).

La distancia recorrida en un partido llega a cubrir los 10 a 13 km, con un promedio de 150-250 acciones de alta intensidad y que a su vez constituyen el momento de gasto energético más elevado utilizando el sistema energético anaerobio aláctico, ya que estos cambios pueden influir en su rendimiento total al final del partido (Bustos, Rodríguez, & Acevedo, 2017). Esta misma capacidad para repetir esfuerzos de alta intensidad durante períodos prolongados es crucial para el desarrollo final de la competencia (Sañudo, Muñoz, Bartolomé, Sola, De-Hoyo, Aceña & García, 2017; Brocherie, Girard, Fais, & Millet, 2016).

Cuando los partidos se llevan a cabo a una mayor altitud, se puede generar una inestabilidad en el deportista manifestando una disminución en la capacidad de recuperación de la vía de los fosfágenos ante la actividad intermitente de alta intensidad y descenso del VO_2max (Gutiérrez, Guillen, Perlaza, Guerra, Caporte & De la Rosa; 2018; Lee & Ian, 2014). Los jugadores de alto rendimiento nativos del nivel del mar sufren una disminución de rendimiento físico al jugar fútbol por encima

de los 1200m de acuerdo con Lee & Ian (2014), de modo que, uno de los aspectos a considerar durante los entrenamientos y los partidos es la altitud, dado a que en dichas condiciones se producirán respuestas y adaptaciones fisiológicas que permitirán mejorar el rendimiento físico en los umbrales de lactato, aumento de la cantidad de hemoglobina y hematocrito así como un incremento en el suministro de ATP (Chacón, González, Espejo, Puertas, Moreno & Cachón, 2017). Debido a que la altitud produce una disminución en la presión parcial de oxígeno, se espera que la principal afectación de producción energética sea la oxidativa, sin embargo, las vías de producción de energía anaeróbicas, láctica como aláctica han sido poco estudiadas, las cuales son frecuentes durante los partidos y requeridas durante los partidos, por lo que es de suma importancia la evaluación de las mismas.

Es por ello que, para poder tener un alto desempeño durante el juego, es importante realizar el monitoreo y seguimiento de las adaptaciones fisiológicas realizadas durante los partidos para que el jugador logre llegar a su máximo desempeño físico independientemente del lugar donde se lleve a cabo el partido (González, 2018), así como la clasificación del somatotipo de los jugadores según su posición, con la intención de generar un mayor rendimiento físico a la hora del juego. Cabe mencionar que a la fecha no se ha establecido con claridad el somatotipo de los jugadores profesionales de fútbol de acuerdo con la categoría de juego en México, sin embargo existe una predisposición hacia la mesomorfia en distintas ligas a nivel mundial (Zúñiga, Gutierrez, Dominguez, & Perea, 2018; Gutiérrez, 2005).

OBJETIVOS

Analizar el efecto de la altitud sobre el rendimiento físico en jugadores profesionales de fútbol durante los partidos jugados en la liga MX según su somatotipo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo correlacional del rendimiento deportivo donde se realizó inicialmente la evaluación de las capacidades físicas anaerobias valoradas en los partidos de fútbol jugados durante la competencia de la liga mexicana como visitantes a diferente clasificación de altitud a un equipo participante en la liga BBVA MX. Los partidos jugados fueron determinados de acuerdo con la calendarización del torneo. Para determinar la altura de juego se clasificaron en baja altitud (0 a 1,000 metros sobre el nivel del mar), media altura (1,000 a 2,000 metros sobre el nivel del mar) gran altura (2,000 a 5,000 metros sobre el nivel del mar) y muy grande altura > 5,000 metros sobre el nivel del mar (Bernal & Cruz, 2014). También se valoró el somatotipo del jugador a través del método Heath y Carter (1990) a partir de 10 variables antropométricas (masa corporal, estatura; pliegues adiposos de tríceps, subescapular, supraespinal y pierna medial; circunferencia de brazo flexionado y en tensión y de pierna máxima; diámetros humeral y femoral). La muestra fue seleccionada por conveniencia y estuvo conformada por 29 jugadores de fútbol profesional los cuales son nativos y llevan a cabo sus entrenamientos a una baja altitud (20metros sobre el nivel del mar). Fueron valorados durante el

periodo competitivo en 10 jornadas de la fase regular del torneo Clausura 2020 de la Liga BBVA MX, con una edad cronológica promedio de 25 años (25 ± 4.8 años). Todos los participantes tienen sus entrenamientos en la ciudad de Tijuana, México. Todos los jugadores participaron de la forma voluntaria, fueron informados acerca del estudio y dieron su consentimiento informado de acuerdo con la declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2020).

La valoración antropométrica fue realizada por el nutriólogo deportivo del equipo que cuenta con la certificación por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK por sus siglas en inglés), nivel I donde se siguieron las normas técnicas de medición determinadas para perfil restringido según los lineamientos del protocolo internacional para la valoración antropométrica (Esparza-Ross, Vaquero-Cristobal & Marfell-Jones, 2019). Se utilizó como material antropométrico homologado y calibrado previamente: tallímetro de pared (precisión, 1 mm); báscula Tanita BC-568 (precisión, 100 g); cinta métrica Rossraf metálica, estrecha e inextensible (precisión, 1 mm); paquímetro de diámetros óseos pequeños Holtain (precisión, 1 mm); plicómetro Holtain (precisión, 0.2 mm), material complementario (lápiz demográfico para marcar al sujeto) y banco antropométrico de 40x50x30 cm. Se tomó en cuenta el error técnico de medición intraobservador indicado por la ISAK (2019), 5% para pliegues y 1% para perímetros y diámetros. Par el cálculo del porcentaje de grasa su utilizo la fórmula de Faulkner (Corvos, Rangel & Salazar, 2020). Para el cálculo del somatotipo, se determinó el somatotipo medio, se siguió el método de Heath-Carter y su clasificación según las categorías somatotípicas de Duquet y Carter (Cabañas y Esperanza, 2009).

Para la determinación de las variables de rendimiento físico se utilizó el dispositivo WIMU GPS device Pro-certificado por la FIFA con el objetivo de asegurar los EPTS (Sistemas de rendimiento y seguimiento electrónico) el cual mide e informa acerca de la velocidad, orientación y fuerzas gravitacionales durante el partido usando una combinación de acelerómetros, giróscopos y magnetos.

Las variable estudiadas fueron: Distancia total recorrida (DT) en metros: Distancia total (metros) recorridos en partido; (M/MIN) Metros minuto: Distancia total recorrida por minuto, $m \cdot min^{-1}$; (AVGVEL) promedio de velocidad en kilómetros por hora, (Player load) carga del jugador en relación a aceleración anterior-posterior, aceleración medial-lateral y aceleración vertical; (acce /dec $3m/s^2$) aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad a partir de $3m/s^2$; (acce / dec $2m/s^2$) aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad de 1 a $2 m/s^2$; (Sprint) Numero de acciones y distancia realizada en acciones de sprint ($24 km/h$ ++); (Z4-Z5-Z6) Zonas de velocidad de alta intensidad Zona 4; velocidad de $18-21 km/h$, Zona 5; velocidad de $21 - 24 km/h$ y Zona 6; velocidad de $24 km/h$ a ++; (Dissprints) Distancia sprints en minutos, (Intensidad) distancia recorrida en HMLD (en potencia metabólica a partir de los $25.5 w \cdot kg^{-1}$) mas zona 6 de velocidad dividido entre la distancia total recorrida del jugador.

Se realizo prueba de shapiro wilks para revisar la normalidad de las variables y se realizó estadística descriptiva donde los resultados se presentan en media y

desviación estándar, mediana e intervalo intercuartil (IIC) 25 y 75. Se realizó el análisis de varianza de un factor para identificar diferencias por la altitud de juego y análisis post hoc de Tukey aceptando un valor de $p > 0.05$, además del coeficiente de correlación a través de Rho de Spearman para las variables de altitud y somatotipo contrastadas con cada una de las variables de rendimiento deportivo. El análisis se realizó en paquete estadístico SPSS V. 11 para MAC.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan la media y desviación estándar de las variables de caracterización de la muestra divididas por posición de juego. Al hacer la comparación por posición no se encontró diferencia estadística en ninguna de las variables.

TABLA 1. Caracterización de la muestra divididas por posición de juego

	Porteros		Defensas		Medios		Delanteros	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Edad (años)	28.6	10.9	23.5	3.8	24.0	2.7	26.3	4.2
Peso (kg)	76.7	3.4	74.8	5.1	74.3	6.7	77.6	6.6
Talla (cm)	182.9	0.9	180.4	7.2	177.3	6.0	179.3	6.6
Talla sentado (cm)	95.8	1.4	94.8	3.0	93.8	2.0	94.7	4.0

D.E. =Desviación estándar

En cuanto a la comparación por posición de juego de la variable de suma de 6 pliegues, masa grasa y masa magra en porcentaje y en kilogramos por posición de juego no se presentó diferencia estadísticamente significativa (Tabla 2). Así mismo se presentan los valores de somatotipo por posición de juego y su grafica en la somatocarta donde se puede ver que la clasificación el somatotipo entre Mesomorfo balanceado o Ecto-Mesomorfo (tabla 2 y figura 1).

TABLA 2. Caracterización de la muestra en composición corporal y somatotipo divididas por posición de juego.

	Porteros		Defensas		Medios		Delanteros	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Suma de 6 pliegues (mm)	49.8	16.1	43.3	11.4	42.7	8.1	46.6	14.1
Masa grasa (%)	11.6	1.8	10.7	1.3	10.4	0.8	11.0	1.5
Masa grasa (kg)	8.9	1.7	8.0	1.1	7.8	1.0	8.6	1.9
Masa magra (%)	88.3	1.8	89.2	1.3	98.8	0.8	88.9	1.5
Masa magra (kg)	67.7	2.3	66.7	4.7	66.5	5.8	68.9	4.9
Endomorfía	2.2	0.5	1.9	0.5	1.8	0.3	2.0	0.4
Mesomorfía	4.8	0.5	4.5	0.7	4.8	0.5	5.0	1.4
Ectomorfía	2.9	0.3	2.7	0.8	2.4	0.5	2.2	0.6

D.E. =Desviación estándar. Suma de 6 pliegues: tríceps, subescapular, supra espinal abdominal, muslo medio y pantorrilla; %= porcentaje; kg= Kilogramos.

En la figura 1 se observan los resultados del somatotipo de los jugadores diferenciados por posiciones de juego.

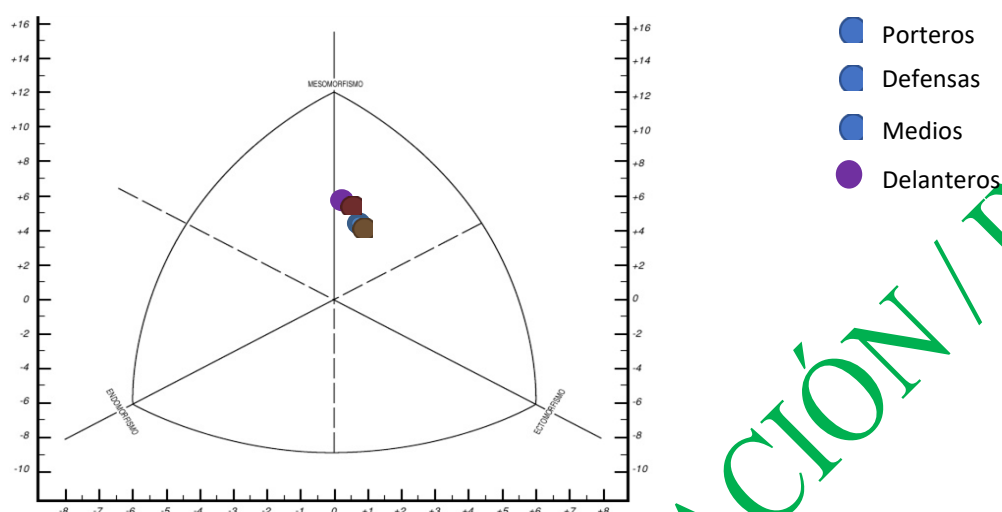


Figura 1. Grafica de somatotipo por posición de juego

En la tabla 3 se presentan la mediana y el rango a percentil 25 y 75 de las variables estudiadas divididas por los partidos jugados a baja altitud, media altitud y gran altitud. El ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en las variables relacionadas con acciones de alta intensidad (Z4, Z5, Avegel, Dce3ms² y la intensidad). Y en análisis post hoc señalo que para las variables Z4, Z5, Avegel la diferencia se encontró entre la altitud baja y la gran altitud, mientras que en las variables Dce3ms² y la intensidad la diferencia se presentó en las 3 altitudes. Para estas variables se calculó el porcentaje de cambio donde para la vairable de Z4 se vio una disminución de 25.27% en el rendimiento, para Z5 del 22.78%, para Avegel de 10.29%, para Dce3ms² de 31.62% y para la intensidad 15.38% de disminución, todas al comprar el rendimiento a baja altitud y gran altitud.

TABLA 3. Estadísticos descriptivos de cada una de las variables divididas por la altitud de juego como visitantes

	Baja altitud		Media altitud		Gran altitud		P
	Median a	(IIC 25-75)	Median a	(IIC 25-75)	Median a	(IIC 25-75)	
DT	8827.0	7057.2 - 9861.7	8911.0	6163.0 - 9541.4	8593.5	5809.7 - 9633.0	.675
M/MIN	101.0	94.0 - 109.0	104.0	95.0 - 108.7	97.5	91.0 - 109.2	.313
Z4	411.5	287.0 - 514.5	353.0	227.3 - 479.5	307.5	210.2 - 450.5	.033*
Z5	219.5	140.7 - 296.5	194.0	110.5 - 264.0	169.5	118.2 - 250.5	.049*
Z6	156.0	80.7 - 228.5	137.0	65.50 - 225.5	131.0	60.7 - 186.5	.178
Sprints	13.0	7.0 - 17.2	11.0	6.0 - 15.5	9.5	5.0 - 16.0	.051
Dissprint	233.4	120.5 - 325.0	220.0	103.0 - 326.0	203.5	99.5 - 286.0	.138
Avgvel	6.8	6.2 - 7.1	6.6	6.16 - 7.1	6.1	5.84 - 7.0	.013*
Acce3ms ²	52.5	41.0 - 64.0	41.0	31.0 - 51.5	43.5	32.2 - 66.25	.032
Acce2ms ²	106.0	80.7 - 133.2	101.0	69.0 - 126.0	93.0	63.0 - 116.2	.086
Dce3ms ²	68.0	52.0 - 93.0	60.0	36.5 - 75.5	46.5	32.7 - 70.2	.000*
Intensidad	26.0	22.0 - 30.0	23.0	20.0 - 27.0	22.0	18.7 - 27.0	.000*
Playerload	116.0	87.7 - 133.2	106.0	54.5 - 123.0	109.5	70.0 - 122.7	.111

*Diferencia > 0.05 del análisis posthoc entre baja altitud y gran altitud. *** Diferencia > 0.05 del análisis posthoc entre las tres altitudes. DT: Distancia total recorrida: Distancia total (metros) recorridos en partido; (M/MIN) Metros minuto: Distancia total recorrida por minuto, m min⁻¹; AVGVEL promedio de velocidad; Player load carga del jugador; (acce /dec 3ms²) aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad a partir de 3ms²; (acce 2ms²) aceleraciones de alta intensidad de 1 a 2 ms²; Sprint Numero de acciones y distancia realizada en acciones de sprint (24 km/h ++); Z4-Z5-Z6 Zonas de velocidad de alta intensidad Zona 4; velocidad de 18-21 km/h, Zona 5; velocidad de 21 – 24 km/h y Zona 6; velocidad de 24 km/h a ++; (Intensidad) distancia recorrida en HMLD (en potencia metabólica a partir de los 25.5 w kg¹) mas zona 6 de velocidad dividido entre la distancia total recorrida del jugador.

En la tabla 4 se presenta la correlación entre la altitud y el somatotipo con respecto a cada una de las variables de rendimiento analizadas. Donde las correlaciones encontradas con altitud fueron inversas para las variables de Z4 (-.179), Z5 (-.166), Sprints (-.162) Dissprints (-.133) Avgvel (-.210), Dce3ms² (-.258) e intensidad (-.248). La correlaciones con la endomorfia fueron de igual manera inverasa con m/min (-.233), Z4 (-.249), Z5 (-.207), Avgvel (-.281) e intensidad (-.135) mientras que con la mesomorfia fueron positivas en las variables de Z4 (.206), Z5 (.217), Z6 (.166) Sprints (.194) Dissprints (.180) Avgvel (.194), Acce3ms² (.130) e intensidad (.222). La ectomorfia solo correlaciono con la Z6 (-.158) y playerload (.139).

Tabla 4. Correlaciones ente las variables de rendimiento y la altitud del juego

	DT	M/MI N	Z4	Z5	Z6	Spr nts	Diss print	Avge l	Acce3 ms ²	Acce2 ms ²	Dce3 ms ²	Intensid ad	Playerl oad
Altitud	-.067	-.073	-.179 *	-.166 *	-.129 *	-.162 *	-.133 *	-.210*	-.159	-.147	-.258*	-.248*	-.125
Endom orfia	-.093	-.233*	-.249 *	-.207 *	-.023	-.075	-.085	-.281*	.037	-.092	-.012	-.135*	-.060
Mesom orfia	.062	.136	.206 *	.217 *	.166 *	.194 *	.180 *	.194*	.130*	.091	.020	.222*	.047
Ectomo rfia	-.033	-.016	.006	.027	.158 *	-.099	-.124	-.025	-.043	.001	.043	-.028	.139*

*Diferencia > 0.05 DT: Distancia total recorrida: Distancia total (metros) recorridos en partido; (M/MIN) Metros minuto: Distancia total recorrida por minuto, m min⁻¹; AVGVEL promedio de velocidad; Player load carga del jugador; (acce / dec 3m/s²) aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad a partir de 3m/s²; (acce / dec 2m/s²) aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad de 1 a 2 ms²; Sprint Numero de acciones y distancia realizada en acciones de sprint (24 km/h ++); Z4-Z5-Z6 Zonas de velocidad de alta intensidad Zona 4; velocidad de 18-21 km/h, Zona 5; velocidad de 21 – 24 km/h y Zona 6; velocidad de 24 km/h a ++; (Intensidad) distancia recorrida en HMLD (en potencia metabólica a partir de los 25.5 w kg⁻¹) mas Zona 6 de velocidad dividido entre la distancia total recorrida del jugador

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos nos muestran una disminución sobre el componente de intensidad que se desglosa en la capacidad de repetir y sostener acciones de alta intensidad en aceleraciones y desaceleraciones, en zonas de velocidad de 18 a 21 km/h y de 21 a 24 km/h, que son componentes metabólicos y mecánicos de alta intensidad, sin embargo, no se reflejan diferencias significativas en velocidades mayores a los 24 km/h, y distancia total recorrida. Esto se relaciona con lo mencionado por Aughey, et al., (2013), donde no encontraron una disminución en la distancia total recorrida al comparar el rendimiento deportivo al nivel del mar en comparación con una gran altitud, por otro lado, si encontraron disminuciones significativas en variables de velocidad a alta intensidad. Comprendiendo estos hallazgos un estudio longitudinal realizado por Alanís, (2019), con el equipo Tigres de la Universidad Autónoma de Nuevo León (altitud media) no encontró presencia significativa en la distancia total recorrida como en las acciones de alta velocidad en umbrales de 24 km/h o bien denominado Sprint, al igual que el presente estudio donde se evidenció una disminución del rendimiento en la zona 4 y zona 5 de acuerdo a la evaluación realizada durante los partidos jugados en altitud baja y altitud alta, por lo que en ambos estudios la altitud media no representa una disminución en el rendimiento deportivo en los partidos jugados.

Un estudio realizado por Williams (2011), menciona que existe una ventaja porcentual del equipo local en comparación del visitante que viaja para competir en altitud, por lo que, para el equipo que se traslada a jugar a una gran altitud la táctica, estrategia y las acciones de bajas y medianas intensidades de juego puede

representar el aspecto principal a influir para un buen resultado sobre las variables de mayor intensidad durante el juego, tal y como lo mencionan Serrano, Gómez-Carmona, Bastida-Castillo, Rojas-Valverde, & Pino-Ortega (2020) donde las cargas difieren significativamente según la función de la altitud.

En cuanto a las medidas básicas expresadas en la tabla 1, observamos que existe semejanza con lo reportado en los otros artículos. Nuestra muestra por posición de juego presenta unos valores de talla entre 177.33 y 182.97 cm y en peso de entre 74.38 y 76.70 kg, diversos estudios observamos valores reportados de talla 180 cm y 78.28 kg en jugadores brasileños (Herdy, 2015), 173 cm y 69.2 kg para jugadores chilenos (Rodríguez-Rodríguez, López-Fuenzalida, Holway & Jorquera, 2019), valores de 181.2 cm y 81.4 kg en porteros, 178.1 cm y 77.1 kg en defensas, 172.9 cm 71.7 kg en volantes y de 176.6 cm y 75.2 kg delanteros chilenos (Jorquera et al., 2013), y 182.5 cm y 76.8 kg en jugadores españoles (López, Fernández-Luna, Viejo, & Sánchez, 2017). Lo que señala valores similares de talla y en el peso entre los jugadores del equipo Xolos de Tijuana con los reportados en la literatura; aunque en la mayoría de estos estudios se presentan diferencias significativas por posición de juego, sin embargo, en este trabajo no se observaron diferencias por posición de juego para estas medidas.

Con respecto a la composición corporal Arana, Gordillo, Vielma, León, Mora & Rengel, (2021) reportan valores medios de 23.74% de masa grasa y de 44.11% de masa muscular en jugadores venezolanos. Un artículo publicado en 2005 de jugadores seleccionados mexicanos (Rodríguez y Echegoyen, 2005) señala que los valores de porcentaje de grasa fueron de 10 ± 1.65 y de masa muscular de 49 ± 1.39 valores muy similares a los reportados para jugadores españoles (López et al., 2017) así como peso y talla en porteros (López-Gajardo, González-Ponce, Pulido, García-Calvo, & Leo, 2020) En el caso de nuestra muestra los valores por posición no presentan diferencias estadísticas al compararlos (porteros 11.61 ± 1.88 , defensas 10.79 ± 1.33 , medios 10.48 ± 0.84 , delanteros 11.04 ± 1.56); en el caso de la masa grasa los valores son similares a lo reportados por Rodríguez & Echegoyen (2005), López et al., (2017) y Ceballos-Gurrola (2021) pero menores a los jugadores venezolanos (Arana et al., 2021).

Para la masa muscular nuestro estudio presenta la limitante de que únicamente se calculó el modelo de dos componentes, masa grasa y masa magra, la cual no diferencia la masa muscular de la masa ósea, piel y tejido residual, diferencia que si esta reportada en otros trabajos en futbolistas, por lo que no podríamos hacer una comparación con otras muestras, aunado a esto, se considera la composición corporal basado en ecuaciones, lo cual puede representar un sesgo debido a la poca especificidad de estas ecuaciones sobre los diferentes tipos de atletas, sin embargo, el estudio realizado por Lozano-Berges, Matute-Llorente, Gómez-Bruton, González-Agüero, Vicente-Rodríguez, & Casajús (2019), señala que no hay diferencias al comparar distintas ecuaciones, entre ellas, la de Faulkner que fue la utilizada en este estudio, para calcular el porcentaje de grasa en futbolistas, a pesar de ello, su propuesta es utilizar equipo con mayor tecnología como la absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) para asegurar una medición más precisa.

Al evaluar la suma de pliegues y en el somatotipo, no se presentaron diferencias al comparar por posición de juego en la muestra evaluada, ya que la predominancia es mesomórfica, al igual que en diversos estudios presentados en futbolistas (Rodríguez y Echegoyen, 2005; López et al., 2017; Jorquera et al., 2013; Zúñiga et al., 2018; Hernández-Mosqueira, 2022; Rodríguez, Montenegro & Petro, 2019; Jorquera, Rodríguez, Torrealba, Gracias & Holway, 2013).

Dentro de las limitantes del estudio es posible mencionar que los datos estadísticos pueden parecer débiles debido a dos factores, el primero es que es un deporte de conjunto el cual debe de ser evaluado durante los partidos competitivos del torneo, por lo que la muestra seleccionada fueron aquellos jugadores titulares en la totalidad de los partidos. A pesar de ello, los resultados nos brindan inicios para seguir estudiando variables relacionadas al rendimiento deportivo de los jugadores de fútbol y como la altitud asociada a otras variables influyen sobre el rendimiento deportivo.

CONCLUSIÓN

Debido a lo anterior es posible concluir que el rendimiento físico en acciones de juego que requieren mayor intensidad se ven afectadas al compararse con una baja y gran altitud al momento de jugar, específicamente en jugadores que entrenan a nivel del mar. A su vez, la relación que guarda el somatotipo con respecto al rendimiento deportivo es inversa al comparar la endomorfia con las variables ejecutadas de alta intensidad.

Es posible que el rendimiento deportivo durante los partidos de fútbol se vea afectado al competir a diferente altitud con relación a donde se llevan frecuentemente los entrenamientos, ya que provocó disminuciones en las capacidades físicas de los jugadores evaluados de la liga MX, principalmente en las variables anaeróbicas que requieren mayor velocidad.

En consecuencia, es importante que para un posterior estudio se consideren datos como los técnicos-tácticos y estratégicos para obtener de esta agrupación efectos e interacciones con mayor apogeo para un planteamiento de juego exitoso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanís, A. (2019). Rendimiento físico de un equipo de fútbol mexicano en diferentes niveles de altitud. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Álvarez-Kurogi, L. (2020) Technical-Tactical Offensive Analysis with Ball of the Spanish Team of Futsal. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 20 (79).453-470
- Arana, M., Gordillo, A., Vielma, N., León, R., Mora, C. y Rengel, L. (2021). Composición corporal somatotipo y estado nutricional de un equipo de fútbol venezolano, 2018-2019. *GICOS*, 6(1), 63-80

- Ardá, T., & Casal, C. (2003). *Metodología de la enseñanza del fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
- Asociación Médica Mundial, (2000). Declaración de Helsinki Principios éticos para la investigación en seres humanos. Edimburgo, 2000 Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/abioeth/v6n2/art10.pdf>
- Aughey, R., Hammond, K., Varley, M., Schmidt, W., Bourdon, P., Buchheit, M., . . . Gore, C. (2013). Soccer activity profile of altitude versus sea-level natives during acclimatisation to 3600 m (ISA3600). *British Journal of Sport Medicine*, 47: i107-i113.
- Benítez-Jiménez, A., Falces-Prieto, M., García-Ramos, A. (2020). Jump Performance after Different Friendly Matches Played on Consecutive Days. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. (77) 185-196
- Bernal, M., Cruz, S. (2014) Interacción fisiológica de la hormona eritropoyetina, relacionada con el ejercicio físico en altitud moderada y alta. *Revista Investig. Salud Univ. Boyacá*. 1(1): 73 - 96
- Brocherie, F., Girard, O., Faiss, R., & Millet, G. (2016). Altitud y deportes de equipo: métodos tradicionales desafiados por un entrenamiento innovador y específico en hipoxia. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 12 (46). 338-358.
- Bustos, B., Rodríguez, L., & Acevedo, A. (2017). Asociación entre la agilidad y la velocidad con cambios de dirección en jóvenes futbolistas. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6 (3). 58-68.
- Cabañas M., & Esperanza F. (2009). *Compendio de cineantropometría*. Madrid: CTO Editorial
- Ceballos-Gurrola, O., Bernal-Reyes, F., Jardón-Rosas, M., Enríquez-Reyna, M., Durazo- Quiroz, J., & Ramírez-Siqueiros, M. (2021). Composición corporal y rendimiento físico de jugadores de fútbol soccer universitario por posición de juego (Body composition and physical performance of college soccer by player's position). *Retos*, 39, 52-57. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.75075>
- Chacón, R., González, G., Espejo, T., Puertas, P., Moreno, R., & Cachón, J. (2017). Respuestas y adaptaciones respiratorias asociadas al entrenamiento en altura. *Trances. Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 9 (1). 365-376.
- Corvos, C. A., Rangel, R. D., & Salazar, A. D. (2020). Concordancia entre dos ecuaciones para estimar el porcentaje de grasa corporal en deportistas universitarios de competición. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 40(1), 127-132.
- Coutts, A. J., & Sirotic, A. C. (2018). Correlaciones del Rendimiento en Carreras Intermitentes y Prolongadas de Alta Intensidad con Test Fisiológicos y de Rendimiento en Mujeres Atletas de Deportes de Conjunto Moderadamente Entrenadas-Ciencias del Ejercicio. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 32(4).1-10.
- Esparza-Ross, F., Vaquero-Cristobal, R., Marfell-Jones, M. (2019). Protocolo internacional para la valoración antropométrica -Perfil completo- (1ª ed.).

- United Kingdom. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.
- Federación Internacional de Fútbol Asociación. (2020). Por un fútbol realmente global La visión 2020-2023. Zúrich (Suiza): FIFA. Retrieved from <https://es.fifa.com/>
- González, A. (2018). Planificación del entrenamiento: una mirada hacia lo tradicional y contemporáneo. *Lúdica Pedagógica*, 28, (1). 29-40.
- Gutiérrez, C. R. (2005). Características antropométricas y fisiológicas de jugadores de fútbol de la selección mexicana. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 22(105), 33.
- Gutierrez, J., Paulis, J. C., Gómez, D. C., & Sánchez, J. S. (2018). Influencia del tamaño del campo y horario del partido en la respuesta física de equipos de la Segunda División Española de Fútbol. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (33), 213-216.
- Gutiérrez, M., Guillen, L., Perlaza, F., Guerra, J., Capote, G., & de la Rosa, Y. (2018). El entrenamiento de la resistencia y sus efectos en la competición en la altura en el fútbol ecuatoriano. *Retos*, 33 (1), 221-227.
- Herdy, C. V. (2015). Perfil antropométrico, composición corporal y somatotipo de jóvenes futbolistas brasileños de diferentes categorías y posiciones. *Educación Física y Deporte*, 34 (2), 507-524.
- Jacob, W. (2017). *El entrenamiento físico en el fútbol como factor de influencia en el aprendizaje del gesto técnico del chut a portería* (tesis doctoral). Universidad de Barcelona, España.
- Jorquera, A. C., Rodríguez, R. F., Torrealba, V. M. I., Campos, S. J., Gracias, L. N. & Holway, F. (2013). Características antropométricas de futbolistas profesionales chilenos. *International Journal of Morphology*, 31(2), 609-614.
- Lee, T., & Ian, R. (2014). Impact of altitude and heat on football. *Sports Science Exchange*, 27 (131), 1-9.
- Léon-Ariza, H. H., Ramírez, J. F., & Sánchez, A. (2015). Validación de test de hoff en futbolistas universitarios a 2600 metros sobre el nivel del mar. *Agora para la educación física y deporte*, 18 (1), 89-98.
- López, C.E., Fernández-Luna, A., Viejo, D & Sénchez, D. (2017). Variación de la composición corporal y somatotipo de jugadores profesionales de fútbol. *Kronos*, 22 (1), 1-8.
- López-Gajardo, M.A.; González-Ponce, I.; Pulido, J.J.; García-Calvo, T.; Leo, F.M. (2020) Analysis of the Technical-Tactical Actions by Goalkeeper on Football in Competition. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 20 (80). 577-594
- Lozano-Berges, G., Matute-Llorente, Á., Gómez-Bruton, A., González-Agüero, A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A. (2019). Accurate prediction equation to assess body fat in male and female adolescent football players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(3), 297-302.
- Padulles, J. (2017). *El control de la carga en los deportes de equipo. Entrenamiento en los deportes de equipo*. Barcelona: Mastercede.

- Ramos-Álvarez, J. J., Jiménez-Borrero, F. A., Paredes-Hernández, V., Gallardo, J. M., Romero-Moraleda, B., & Cid, Z. C. (2021). Esfuerzos de alta intensidad durante la competición en el fútbol profesional. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 28 (81), 131-141.
- Reche-Soto, P.; Cardona, D.; Díaz, A.; Gómez-Carmona, C.D.; Pino-Ortega, J. (2019). Tactical Demands of Small-Sided Games in Football: Influence of Tracking Technology. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 19 (76) pp. 729-744.
- Rivas, M., & Sánchez, E. (2013). Fútbol. Entrenamiento actual de la condición física del futbolista. *Mhsalud*, 1-131.
- Rodríguez, A. N., Montenegro, O., & Petro, J. L. (2019). Perfil dermatoglífico y somatotipificación de jugadores adolescentes de fútbol. *Retos*, (36), 32-36.
- Rodríguez, C. y Echegoyen, S. (2005). Características antropométricas y fisiológicas de jugadores de fútbol de la selección mexicana. *Archivos de medicina del deporte*. 22 (105) 33-37
- Rodríguez-Rodríguez F, López-Fuenzalida A, Holway F, & Jorquera, C. (2019) Diferencias antropométricas por posición de juego en futbolistas profesionales chilenos. *Nutrición Hospitalaria* 36(4), 846-853
- Rojas-Inda, S. (2018). Análisis de carga interna y externa de futbolistas jóvenes en juegos reducidos. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 18 (71), 463-477.
- Sánchez, M.; García, J.A.; Carcedo, R.; Hernández, D.; Carretero, M. y Sanchez-Sanchez, J. (2019) Is It Decisive the Modality of Competition U-12 in the Dribble of Soccer Players? *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 19 (75). 431-443
- Sánchez-García, M., Sánchez-Sánchez, J., Rodríguez-Fernández, A., Solano, D., & Castillo, D. (2018). Relationships between sprint ability and endurance capacity in soccer referees. *Sports*, 6(2), 28-35.
- Sañudo, B., Muñoz, A., Bartolomé, D., Sola, J., De Hoyo, M., Aceña, Á., . . . García, J. (2017). *Nuevas tecnologías aplicadas a la actividad física y el deporte*. España: Thomson Reuters, Aranzandi.
- Serrano García de Dionisio, F.; Gómez-Carmona, C.D.; Bastida-Castillo, A.; Rojas-Valverde, D.; Pino-Ortega, J. (2020) Slope Influence on the Trail Runner Physical Load: A Case Study. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 20 (80). 641-658
- Toscano, F. J. (2013). Análisis de los desplazamientos a muy alta velocidad en fútbol profesional mediante tecnología GPS. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 104-108.
- Williams, T. (2011). *The Effects of Altitude on Soccer Match Outcomes*. MIT Sloan Sports Analytics Conference.
- Zuñiga, U., Gutiérrez, A., Domínguez, I., & Perea, R. H. (2018). Somatotipo en futbolistas mexicanos profesionales de diferente nivel competitivo. *Retos*, (34), 100-102.

Número de citas totales / Total references: 44 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 9 (20.4%)

PENDIENTE DE PUBLICACIÓN / IN PRESS