



Evaluación del somatotipo en diferentes modalidades de atletismo en deportistas peruanos de alto rendimiento residentes en altitud

Somatotype evaluation in different athletics modalities in high performance Peruvian athletes residing at altitude

Autores

Jose Jairo Narrea Vargas ¹
 Topacio Desire Torres Vera ²
 Milagros Carla Llica Barreto ²
 Luz Lazo Jiménez ²
 Jamee Guerra Valencia ³
 Antonio Castillo-Paredes ⁴

¹ Universidad San Ignacio de Loyola (Perú)

² Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)

³ Universidad Le Cordon Bleu (Perú)

⁴ Universidad de Las Américas (Chile)

Autor de correspondencia:
 Jose Jairo Narrea Vargas
 jose.narrea@usil.pe

Como citar en APA

Narrea Vargas, J. J., Torres Vera, T. D., Llica Barreto, M. C., Lazo Jiménez, L., Guerra Valencia, J., & Castillo-Paredes, A. (2025). Evaluación del somatotipo en diferentes modalidades de atletismo en deportistas peruanos de alto rendimiento residentes en altitud. *Retos*, 69, 570-579. <https://doi.org/10.47197/retos.v69.109231>

Resumen

Introducción: El somatotipo es un factor clave en el rendimiento atlético, ya que influye en la especialización y desempeño según la disciplina. Sin embargo, su caracterización en atletas que entrenan en altitud es limitada.

Objetivo: Este estudio tuvo por objetivo caracterizar el somatotipo de deportistas de atletismo que residen y entrenan en altitud en la ciudad de Arequipa, Perú.

Metodología: Se incluyeron 52 atletas (23 mujeres y 29 varones) de 17 a 30 años de las modalidades de fondo, medio fondo, marcha, velocidad con vallas y decatlón. Los atletas pertenecían al centro del alto rendimiento peruano con sede en la ciudad de Arequipa y selecciones universitarias registradas en la Federación Deportiva Universitaria del Perú. La evaluación antropométrica se realizó según los estándares de la ISAK y se determinó el somatotipo utilizando el método de Heath y Carter.

Resultados: En varones, el somatotipo predominante fue el meso-ectomórfico para todas las modalidades, excepto en velocidad con vallas, que presentó un somatotipo mesomorfo balanceado. En mujeres, se observó una mayor variabilidad: meso-endomórfico para fondo y decatlón, y central para medio fondo, marcha y velocidad con vallas.

Discusión: Estos hallazgos subrayan la importancia de desarrollar valores de referencia específicos para el somatotipo en altitud.

Conclusiones: El somatotipo de los atletas en altitud varía según la disciplina y el sexo, con mayor uniformidad en varones y mayor variabilidad en mujeres.

Palabras clave

Atletismo; antropometría; somatotipo; deporte; altitud

Abstract

Introduction: The somatotype is a key factor in athletic performance, as it influences specialization and performance depending on the discipline. However, its characterization in athletes who train at high altitude remains limited.

Objective: This study aimed to characterize the somatotype of track and field athletes who reside and train at high altitude in the city of Arequipa, Peru.

Methodology: A total of 52 athletes (23 women and 29 men) aged 17 to 30 years were included, representing the disciplines of long-distance, middle-distance, race walking, hurdles sprint, and decathlon. The athletes belonged to the Peruvian high-performance center based in Arequipa and to university teams registered with the Federación Deportiva Universitaria del Perú. Anthropometric assessment was conducted following ISAK standards, and somatotype was determined using the Heath and Carter method.

Results: Among men, the predominant somatotype was meso-ectomorphic across all disciplines, except for hurdles sprint, which showed a balanced mesomorphic somatotype. In women, greater variability was observed: meso-endomorphic for long-distance and decathlon, and central for middle-distance, race walking, and hurdles sprint.

Discussion: These findings highlight the importance of developing altitude-specific reference values for somatotype.

Conclusions: The somatotype of high-altitude athletes varies by discipline and sex, with greater uniformity in men and more variability in women.

Keywords

Running; anthropometry; somatotypes; sports; altitude.

Introducción

El estudio del somatotipo es un factor determinante en la búsqueda de la mejora del rendimiento deportivo, ya que refleja la forma física relativa a la composición corporal y su relación con las exigencias específicas de cada disciplina deportiva, además de permitir valorar los cambios morfológicos producidos del entrenamiento deportivo (Martínez-Mireles et al., 2025).

En atletismo, las características morfológicas de los deportistas varían según la prueba, reflejando adaptaciones biomecánicas y metabólicas específicas para las disciplinas de resistencia, velocidad y pruebas combinadas (Martínez-Mireles et al., 2025). Factores como la robustez musculoesquelética, la distribución de grasa y la estructura ósea influyen en la eficiencia energética, la economía de carrera y la producción de potencia (Hirsch et al., 2016), lo que hace que la evaluación del somatotipo sea relevante para la selección y el entrenamiento de atletas de alto rendimiento.

El entrenamiento en altitudes superiores a 2500 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.) genera adaptaciones fisiológicas bien documentadas, como el aumento de la eritropoyesis y la eficiencia en el uso del oxígeno (Vargas, 2014). Sin embargo, su impacto en la composición corporal en deportistas de atletismo sigue siendo poco estudiado.

En poblaciones residentes muy en altas altitudes, se ha reportado una menor estatura promedio y un mayor desarrollo del componente mesomórfico, posiblemente debido a adaptaciones a la hipoxia crónica (Toselli et al., 2001). No obstante, se desconoce si estas características se presentan también en atletas de alto rendimiento que entrenan en altitudes elevadas, donde las condiciones pueden influir de manera distinta a las de nivel del mar (Girard et al., 2017).

Aunque la relación entre altitud y composición corporal ha sido explorada en algunos deportes, como el fútbol, donde se ha reportado que la hipoxia puede influir en la composición corporal (Kirkaya et al., 2024) y la eficiencia aeróbica en los futbolistas (Montañez et al., 2023), en el atletismo la evidencia sobre cómo la altitud afecta la forma física y composición corporal en disciplinas de resistencia, velocidad y pruebas combinadas es aún limitada.

Por otra parte, Perú es uno de los países con mayor población viviendo en altitudes elevadas (Tremblay & Ainslie, 2021), lo que ha favorecido la producción de atletas de fondo y medio fondo con potencial ventaja en resistencia aeróbica debido a la exposición prolongada a la hipoxia (Bravo, 2011; Chapman et al., 1998). No obstante, aún es necesario caracterizar la forma física asociada a la composición corporal para comprender mejor su rol en la especialización deportiva. Por ello, el objetivo de este estudio fue caracterizar el somatotipo mediante indicadores antropométricos de los deportistas de atletismo en diferentes modalidades que viven y entrenan en condiciones de altitud en una ciudad de Perú.

Método

Diseño del estudio

El estudio tuvo un diseño observacional, de corte transversal y fue de tipo descriptivo.

Participantes

La población estuvo constituida por los deportistas de alto rendimiento de atletismo registrados en el centro del alto rendimiento peruano con sede en la ciudad de Arequipa y los atletas seleccionados de la Universidad Católica Santa María y Universidad Nacional de San Agustín registrados en la Federación Deportiva Universitaria del Perú.

El tipo de muestreo que se realizó fue no probabilístico de tipo censal y la muestra incluyó a 52 deportistas de atletismo residentes de la ciudad de Arequipa, la cual es la segunda urbe más poblada en el Perú y una de las ciudades que presenta mayor altitud, encontrándose a 2,335 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.) (INEI, 2023). Como criterios de inclusión se consideró un rango de edad de 17 a 30 años y ambos sexos, de las diferentes modalidades de atletismo. Se excluyó a atletas que presentaran alguna patología, que se encontraran en gestación y/o presentaran una lesión durante el tiempo de selección de la muestra.



Finalmente, los participantes incluidos pertenecían a las modalidades de fondo, medio fondo, marcha atlética, velocidad con vallas, y decatón.

Procedimiento

Variables

La variable de interés fue el somatotipo, evaluado a través del método antropométrico propuesto por Heath y Carter (1967). Para ello se realizó las mediciones antropométricas de la talla, masa corporal, pliegues cutáneos tricripital, supraespinal, subescapular y pierna medial, perímetros del brazo contraído y pierna, y diámetros óseos bi-epicondilar del húmero y bi-epicondilar del fémur. Para la determinación de cada componente del somatotipo se utilizaron las fórmulas antropométricas presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Fórmulas para el cálculo del somatotipo antropométrico

Endomorfia	$-0.7182 + 0.1451 \times \sum SF - 0.00068 \times \sum SF^2 + 0.0000014 \times \sum SF^3$
Mesomorfia	$[0.858 \times DH + 0.601 \times DF + 0.188 \times PCBr + 0.161 \times PCP] - [Talla (cm) \times 0.131] + 4.5$
Ectomorfia	Si $IP > 40,75$: Ectomorfia = $[IP * 0,732] - 23,58$ Si $IP < 40,75$ y $> 38,28$: Ectomorfia = $[IP * 0,463] - 17,63$ Si $IP \leq 38,28$: Ectomorfia = $0,1$

Nota: El cálculo de cada componente del somatotipo se desarrolló según Heath y Carter (1967)

$\sum SF = [\text{Pliegue tricripital} + \text{pliegue subescapular} + \text{pliegue supraespinal}] \times [170,18/Talla (cm)]$

DH: Diámetro del húmero

DF: Diámetro del fémur

PCBr: Perímetro Corregido del Brazo contraído calculado como Perímetro del brazo contraído - Pliegue tricripital (cm)

PCP: Perímetro Corregido de Pierna calculado como Perímetro de la pierna - Pliegue pierna (cm)

IP = Talla (cm) / Raíz cúbica del peso (kg)

Instrumentos

La recolección de datos se realizó durante un periodo de ocho meses (diciembre del 2018 a agosto del 2019). Las mediciones antropométricas se realizaron 1-2 horas previas al entrenamiento. Los atletas fueron citados previamente e informados a asistir con la mínima cantidad de ropa posible para la evaluación antropométrica.

La evaluación antropométrica para la determinación del somatotipo se realizó respetando la normativa expuesta por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Esparza-Ros et al., 2019) y estuvo a cargo de antropometristas con certificación ISAK (un antropometrista nivel 2 y dos antropometristas nivel 1). El procesamiento y análisis de datos lo realizaron un antropometrista nivel 2 y otro antropometrista nivel 3.

La talla se midió con un estadiómetro certificado por el Centro Nacional de Alimentación, Nutrición y Vida Saludable (CENAN, Perú) con precisión 0,1 cm. El peso se registró con una balanza digital (Omron, Estados Unidos, precisión 0,1kg). Los pliegues cutáneos se midieron con un plicómetro (Slim Guide, Estados Unidos, precisión 1mm). Para los perímetros musculares se utilizó una cinta métrica metálica inextensible (Calibres Argentinos, Argentina; precisión 0,1 cm). En el caso de los diámetros óseos se utilizó un paquímetro (Calibres Argentinos, Argentina; precisión 0,1 cm).

Para todos los casos se consideró un error técnico de medición (ETM) intra-evaluador e inter-evaluador menor de 5% para pliegues y 1% para otras medidas, y 7.5% para pliegues y 1.5% para otras medidas, respectivamente para así garantizar la confiabilidad de las medidas.

Aspectos éticos

Este estudio fue realizado bajo las normas éticas que siguen las recomendaciones expuestas en la Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos (AMM, 2013). Además, durante todo el proceso de evaluación, transcripción y análisis de la información se siguieron los lineamientos de la Declaración de Singapur (Ananias, 2014). La participación fue de carácter voluntario y condicionada a la lectura y firma del término de consentimiento informado.

Análisis de datos

Se utilizó el software estadístico Stata versión 17.0. El análisis descriptivo se realizó para cada sexo y por disciplina deportiva debido a que estas características modifican el somatotipo (Stachón et al.,



2023). Como medidas descriptivas para variables numéricas se calculó la media y desviación estándar tras comprobar la distribución normal de las variables de interés con el comando swilk para prueba de Shapiro-Wilk, considerando una significancia estadística con $p < 0,05$. Para las variables categóricas se utilizó las frecuencias absolutas y porcentajes. La construcción de la somatocarta se realizó en el programa R Studio y se ejecutaron comandos libres reportados previamente (Nandikolmath et al., 2024).

Resultados

Se estudió un total de 52 deportistas de atletismo, de los cuales el 44,23% ($n=23$) pertenecía al sexo femenino. El promedio (desviación estándar) de la edad fue de 21,56 (3,84) años. La modalidad con mayor número de atletas fue la de fondo con 15 participantes (27,27%) y la de menor número fue la de marcha con solo 5 participantes (9,09%). Respecto a la selección a la que representaban los atletas, el 59,62% pertenecía al Centro de alto rendimiento. El detalle de las demás características se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de la muestra

Características	n (%)
Edad [£]	21,56 (3,84)
Peso (kg) [£]	57,38 (8,76)
Talla (cm) [£]	164,49 (8,13)
IMC (kg/m ²) [£]	21,11 (1,78)
Sexo	
Mujer	23 (44,23)
Varón	29 (55,77)
Disciplina	
Fondo	15 (27,27)
Medio fondo	14 (26,92)
Marcha	5 (9,09)
Velocidad con vallas	11 (20,00)
Decatlón	7 (12,73)
Institución	
Centro de Alto Rendimiento	31 (59,62)
Selección universitaria	21 (40,38)

[£]Se expresa como media (desviación estándar)

El análisis de las características antropométricas y del perfil de somatotipo según disciplina deportiva para las mujeres se muestra en la Tabla 2. Se observó que la media de la talla e IMC fueron similares entre disciplinas deportivas. En la caracterización somatotípica se encontró que el promedio de los componentes del somatotipo de las disciplinas de medio fondo, marcha y velocidad con vallas correspondió a un somatotipo central, mientras que para fondo y decatión fue meso-endomórfico (Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización antropométrica y somatotípica según disciplina deportiva en mujeres ($n=23$)

Características	Fondo ($n=6$)	Medio fondo ($n=6$)	Marcha ($n=1$)*	Velocidad con vallas ($n=8$)	Decatlón ($n=2$)
	Media (D.E)	Media (D.E)	Media (D.E)	Media (D.E)	Media (D.E)
Edad	24,50 (4,23)	19,83 (2,71)	17,00	20,375 (2,13)	21,00 (4,24)
Peso (kg)	51,33 (4,01)	51,53 (5,81)	49,60	51,69 (4,49)	56,00 (2,83)
Talla (cm)	154,80 (3,06)	159,92 (4,03)	160,00	160,78 (7,43)	161,2 (3,96)
IMC (kg/m ²)	21,40 (1,19)	20,16 (2,13)	19,38	20,01 (1,38)	21,60 (2,15)
Somatotipo					
Componentes					
Endomorfia	3,70 (1,32)	3,16 (0,73)	2,98	3,66 (1,20)	3,68 (0,72)
Mesomorfia	4,33 (0,68)	3,57 (1,15)	3,37	3,08 (1,03)	4,72 (0,89)
Ectomorfia	1,97 (0,53)	2,98 (1,25)	3,34	3,08 (1,01)	2,30 (1,27)
Clasificación	Meso-endomorfo	Central	Central	Central	Meso-endomorfo

*En las mujeres solo una participante pertenecía a marcha por lo que no se presenta desviación estándar al ser un valor individual

En el caso de los varones, el mayor promedio de talla se encontró en los atletas de velocidad con vallas (174,40 cm; D.E: 8,36), mientras que el menor se registró en los atletas de fondo (162,57; D.E: 3,67). La caracterización somatotípica según el promedio de los componentes del somatotipo en todas las disciplinas correspondió al tipo meso-endomorfo, excepto en velocidad con vallas donde el somatotipo fue mesomorfo-balanceado (Tabla 4).

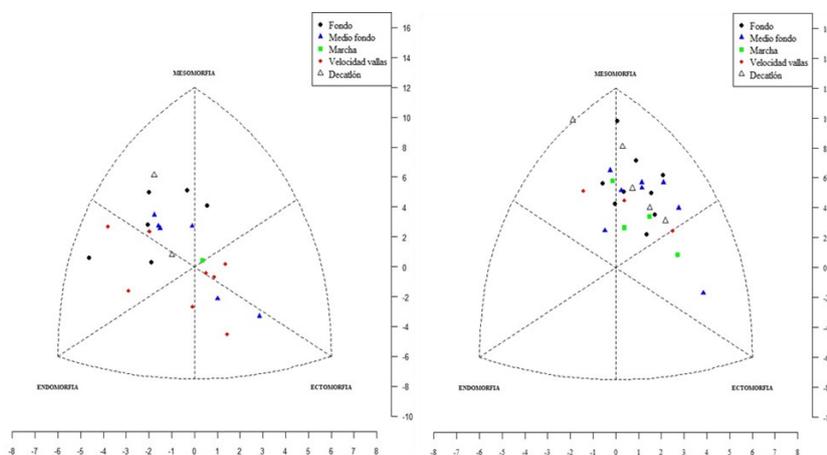
Tabla 4. Caracterización antropométrica y somatotípica según disciplina deportiva en varones ($n=29$)



Características	Fondo (n=9)	Medio fondo (n=5)	Marcha (n=4)	Velocidad con vallas (n=3)	Decatlon (n=8)
	Media (D.E)	Media (D.E)	Media (D.E)	Media (D.E)	Media (D.E)
Edad	25,67 (4,24)	19,13 (1,89)	22,25 (3,59)	20,00 (2,65)	20,00 (2,74)
Peso (kg)	56,26 (3,55)	62,26 (7,48)	62,95 (7,65)	67,73 (14,59)	66,42 (12,43)
Talla (cm)	162,57 (3,67)	170,88 (7,31)	172,05 (6,91)	174,40 (8,36)	171,06 (5,81)
IMC (kg/m ²)	21,27 (0,95)	21,29 (1,70)	21,23 (1,73)	22,06 (2,80)	22,54 (2,73)
Somatotipo					
Componentes					
Endomorfia	1,70 (0,62)	1,77 (0,72)	2,06 (0,55)	2,46 (1,11)	1,95 (0,75)
Mesomorfia	4,83 (0,87)	4,49 (0,98)	4,20 (0,66)	4,71 (0,83)	5,27 (1,29)
Ectomorfia	2,52 (0,50)	3,08 (0,98)	3,18 (0,94)	2,94 (0,86)	2,51 (0,89)
Clasificación	Meso-ectomorfo	Meso-ectomorfo	Meso-ectomorfo	Mesomorfo balanceado	Meso-ectomorfo

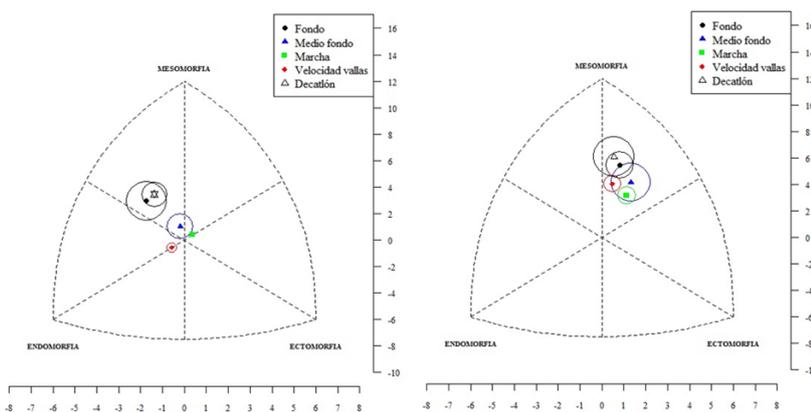
En el caso de la valoración del somatotipo, en la figura 1 y 2 se muestra la somatocarta para los atletas de forma individual por modalidades y sexo, así como también el promedio con su respectiva dispersión.

Figure 1. Somatotipos individuales según sexo y modalidad de atletismo.



Nota: A la izquierda se muestran los valores individuales de los somatotipos de mujeres y a la derecha los de los varones
Fuente: Elaboración propia.

Figure 2. Somatotipos promedios con su respectiva desviación según sexo y modalidad de atletismo.



Nota: A la izquierda se muestran los promedios de los somatotipos de mujeres y a la derecha los de los varones. Los círculos alrededor de los puntos indican la dispersión.
Fuente: Elaboración propia.

Discusión



Hallazgos principales

El presente estudio reveló que el somatotipo predominante en los deportistas varones de atletismo que residen y entrenan en altitud fue el meso-ectomórfico para todas las modalidades, con excepción de la modalidad de velocidad con vallas, que presentó un somatotipo mesomorfo balanceado. En el caso de las mujeres, se observó que las modalidades de fondo y decatón fueron meso-endomórficos, mientras que, para medio fondo, marcha y velocidad con vallas el somatotipo fue de tipo central.

Comparación de estudios previos

El presente estudio reveló la presencia del somatotipo meso-ectomórfico para las pruebas de resistencia, tales como fondo, medio fondo y marcha, en varones. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en la literatura en población deportiva de diversa etnicidad (Lentini et al., 2004; Shafeeq et al., 2010; Stachoń et al., 2023; Tsukru & Rhetso, 2023; Wong et al., 2007). En conjunto esta evidencia sugiere que un somatotipo meso-ectomórfico podría representar una ventaja en pruebas de media y larga duración ya que el presentar menor adiposidad relativa (endomorfismo), reduciría el gasto energético durante la competencia y disminuiría el riesgo de fatiga temprana al implicar una menor carga de un tejido no contráctil, como el tejido adiposo.

Se destaca además que los atletas provenientes de países europeos (Stachoń et al., 2023; Vucetić et al., 2008) y de India (Shafeeq et al., 2010; Tsukru & Rhetso, 2023; Wong et al., 2007) mostraron un valor más alto de ectomorfia respecto a los deportistas de nuestro estudio, aunque el puntaje de endomorfia fue similar.

En contraste, un estudio con deportistas argentinos provenientes de centros de alto rendimiento, presentó una mayor similaridad a los valores obtenidos en el presente estudio (Lentini et al., 2004). Las diferencias observadas pueden ser atribuidas a la etnicidad que a su vez se ve influenciada por la genética y factores medioambientales (Martínez-Mireles et al., 2025).

En los varones el somatotipo de la modalidad velocidad con vallas fue el mesomorfo-balanceado en el presente estudio. Sin embargo, trabajos previos han documentado que el somatotipo característico de esta prueba (Wong et al., 2007) y de otras pruebas de velocidad (Lentini et al., 2004; Shafeeq et al., 2010; Stachoń et al., 2023; Tsukru & Rhetso, 2023; Vucetić et al., 2008) se caracterizan por ser meso-ectomórficas. Estas diferencias pueden ser atribuidas a una menor estatura y mayor endomorfia de los deportistas de nuestro estudio respecto a la observada en estudios previos (Lentini et al., 2004; Shafeeq et al., 2010; Stachoń et al., 2023; Tsukru & Rhetso, 2023; Vucetić et al., 2008; Wong et al., 2007).

Por otro lado, aunque en la literatura no se encontró estudios que analizaran el somatotipo en la modalidad de decatón, se puede estimar que el somatotipo característico de meso-ectomórfico observado en el presente estudio es producto de la influencia que tienen la diversidad de pruebas tales como las de velocidad y distancia media que contribuirían con el componente ectomórfico, como las de lanzamiento en las que predomina el componente mesomórfico (Lentini et al., 2004; Shafeeq et al., 2010; Wong et al., 2007).

En las mujeres dentro de las pruebas de resistencia se observó somatotipos desde el central para las modalidades de marcha y medio fondo hasta el meso-endomórfico en la modalidad de fondo, aunque pocos estudios han valorado el somatotipo en mujeres de estas modalidades. En atletas de resistencia de Argentina y Malasia, se reportaron somatotipos mesomorfo-balanceado y ectomorfo-balanceado, respectivamente (Lentini et al., 2004; Wong et al., 2007). En contraposición, en atletas de marcha y triatlón el somatotipo reportado por una revisión de enfoque fue de tipo central (Martínez-Mireles et al., 2025). Esto refleja una importante variabilidad para pruebas de distancia en mujeres que requiere mayor exploración.

Las diferencias mostradas pueden estar influenciadas tanto por factores genéticos como medioambientales. Por ejemplo, la estatura de las deportistas argentinas fue en promedio mayor que la observada en el presente estudio, mientras que el componente endomórfico de las atletas peruanas superó los valores de sus pares argentinas (Lentini et al., 2004; Wong et al., 2007). A su vez, el mayor puntaje de endomorfia observado en las peruanas puede atribuirse a la exposición a la altitud (Andrade et al., 2023). Si bien los estudios previos no detallan la altitud de procedencia de los atletas, es razonable suponer que la mayoría

de las muestras incluían pocos deportistas de alta altitud considerando que los atletas de alto rendimiento representan una fracción pequeña de la población general y a que aproximadamente el 99% de la población mundial reside por debajo de los 2500 m s. n. m. (Tremblay & Ainslie, 2021).

Respecto al somatotipo de la modalidad de velocidad con vallas, tanto en argentinas como en malayas se encontró un somatotipo meso-ectomorfo para las diferentes modalidades de velocidad (Lentini et al., 2004; Wong et al., 2007), mientras que el somatotipo para la modalidad de vallas fue mesomorfo balanceado (Lentini et al., 2004; Wong et al., 2007). Estos somatotipos distan del encontrado en este estudio donde las atletas presentaron un somatotipo central y un dato importante es que las atletas argentinas, a diferencia de las atletas peruanas, presentaron en promedio unos 8 cm más de estatura, lo que en alguna parte podría explicar la diferencia.

De forma similar a lo ocurrido en varones, no se encontraron estudios previos que analizaran el somatotipo de mujeres decatletas, donde el somatotipo que caracterizó a las deportistas fue el meso-endomórfico. De hecho, este somatotipo es el que se reportó en atletas argentinas de lanzamiento (Lentini et al., 2004), lo que sugiere que los valores de mesomorfia y endomorfia observados en este estudio, estarían en parte influenciados por las pruebas de lanzamiento que se realizan en el decatlón.

Un aspecto distintivo de nuestro estudio es la evaluación de atletas que viven y entrenan en altitud. Las condiciones hipóxicas de la altitud pueden influir en diversas adaptaciones fisiológicas y morfológicas, lo que podría explicar algunas de las diferencias observadas en nuestro estudio en comparación con investigaciones previas realizadas a nivel del mar. Por ejemplo, se ha reportado que en varones residentes de alta altitud (3 800 m. s. n. m.) aumenta el componente mesomórfico, a la vez que se registran valores de estatura promedio menores a los 160 cm (Toselli et al., 2001). Asimismo, la estatura medida a lo largo de la niñez hasta la adultez en residentes peruanos de altitud moderada y alta altitud es menor que la observada a nivel del mar (Frisancho & Baker, 1970).

Es importante reconocer que la exposición a la altitud estaría asociada a la expresión de una variante genética del gen *FBN1* que se vincula con una menor estatura (Asgari et al., 2020), lo que junto a una mayor dimensión de la caja torácica en residentes de altitud (Frisancho & Baker, 1970) modificaría a su vez el valor del componente de ectomorfia. Por otro lado, se ha postulado que la exposición a altitud puede mejorar la capacidad aeróbica y la eficiencia energética, lo que consecuentemente podría favorecer un somatotipo más ectomórfico en modalidades de media y/o larga distancia del atletismo debido a la necesidad de un cuerpo más eficiente en el consumo de oxígeno (Chapman et al., 1998). Esta idea es compatible con los resultados observados en los atletas varones de medio fondo y fondo de nuestro estudio, quienes presentaron predominantemente un somatotipo meso-ectomórfico. Sin embargo, la variabilidad en el somatotipo en modalidades de velocidad podría estar relacionada con la demanda de mayor masa muscular para generar mayor potencia y fuerza, requerida por la hipoxia (Gatterer et al., 2019); como se observa en el somatotipo mesomórfico balanceado de los velocistas (velocidad con vallas) de nuestro estudio.

Aplicaciones prácticas

La variabilidad de somatotipos observada en el presente estudio refleja la necesidad de una mayor exploración en el perfil somatotípico de atletas que viven y entrenan en altitud. Estos hallazgos dan pie a resaltar la importancia de desarrollar valores de referencia específicos para el somatotipo en condiciones de altitud, dado que la identificación del somatotipo característico en diferentes modalidades deportivas ayuda a comprender y controlar los diferentes factores genotípicos y fenotípicos asociados al rendimiento deportivo. Por ejemplo, la identificación de variantes genéticas inducidas por la altitud, como las observadas en la población peruana, podría ayudar a explicar las diferencias en estatura y composición corporal en comparación con atletas que entrenan a nivel del mar (Asgari et al., 2020).

El conocimiento de perfiles somatotípicos mediante la recolección de valores propios en atletas de altitud podría mejorar la selección y preparación de los mismos, adaptando las estrategias de entrenamiento y competición para optimizar el rendimiento deportivo en altitud. En conjunto, estos resultados pueden guiar a investigadores y profesionales del deporte en la creación de estándares más precisos y adaptados para evaluar y mejorar el desempeño de los atletas en entornos de altitud.

Futuras líneas de investigación

La valoración morfológica y su relación con el rendimiento deportivo, es un área de estudio de gran interés, como también lo es la interacción del entrenamiento físico en condiciones de altitud y cómo esta podría cambiar las características físicas en diferentes modalidades deportivas. Aunque aún no se conoce con exactitud esta interacción, se supone que las adaptaciones a la altitud pueden tener un impacto significativo en la morfología de los atletas, lo que debe ser considerado en futuras investigaciones sobre la influencia de la altitud en el rendimiento y el desarrollo físico de los atletas, además de diferencias morfológicas de una misma disciplina y modalidad deportiva según niveles de altitud.

Fortalezas y limitaciones

El presente estudio tuvo como limitación que la muestra provino únicamente de una ciudad localizada en altitud en Perú, por lo que no es representativa de todos los deportistas de atletismo que residen en altitud. Sin embargo, Perú es uno de los tres países de Sudamérica con mayor población residente de altitud (Tremblay & Ainslie, 2021), por lo que la información presentada puede servir como punto de partida para futuros estudios.

Por otro lado, aunque el presente estudio solo evaluó a deportistas provenientes de un centro de alto rendimiento de los tres con los que cuenta el país a alta altitud, el centro evaluado (Arequipa) es el que cuenta con el mayor número de deportistas respecto a los otros dos no incluidos (Junín y Cuzco) (IPD, 2021).

También es importante reconocer la ausencia en la valoración de covariables como años de práctica en la modalidad deportiva, tiempo y frecuencia de entrenamiento, la cantidad de participaciones competitivas a nivel nacional o internacional previas al estudio y la ingesta nutricional (presencia de suplementación), ya que cualquiera de las antes mencionadas son consideradas variables que podrían alterar las características somatotípicas.

Finalmente, destaca como fortaleza del estudio ser el primero en describir características somatotípicas de deportistas de atletismo residentes de altitud dentro de Sudamérica.

Conclusiones

El presente estudio encontró que los atletas peruanos de alto rendimiento residentes de altitud del sexo femenino presentan un somatotipo característico de tipo meso-endomórfico para las modalidades de fondo y decatlón, mientras que, para las modalidades de medio fondo, marcha, y velocidad con vallas fue de tipo central. En los atletas varones el somatotipo característico es el meso-ectomórfico para todas las modalidades de resistencia y decatlón, mientras que para velocidad con vallas destaca el mesomórfico balanceado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.

Financiación

El estudio no recibió ningún tipo de financiamiento.

Referencias

- Ananias, R. A. (2014). Integridad científica: principio que inspira el prestigio. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 16, 393-394. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/MCT/article/view/1174>
- Andrade, L. D., Vilca, N. G., Figueroa, M. I., Martínez, J. I., Alfaro Gómez, E. L., & Dipierri, J. E. (2023). Somatotype altitudinal variation and its relationship with the nutritional status of children in the Jujuy province, Argentina. *American Journal of Human Biology*, 35(9), e23910. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23910>



- Asgari, S., Luo, Y., Akbari, A., Belbin, G. M., Li, X., Harris, D. N., Selig, M., Bartell, E., Calderon, R., Slowikowski, K., Contreras, C., Yataco, R., Galea, J. T., Jimenez, J., Coit, J. M., Farroñay, C., Nazarian, R. M., O'Connor, T. D., Dietz, H. C., Hirschhorn, J. N., Guio, H., Lecca, L., Kenny, E. E., Freeman, E. E., Murray, M. B., & Raychaudhuri, S. (2020). A positively selected FBN1 missense variant reduces height in Peruvian individuals. *Nature*, 582(7811), 234-239. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2302-0>
- Bravo, S. (2011). Perfil social y perfil antropométrico en el atletismo peruano juvenil de élite. *Revista ECIPERU*, 8(1), 81–89. <https://revistas.eciperu.net/index.php/ECIPERU/article/view/206/196>
- Chapman, R. F., Stray-Gundersen, J., & Levine, B. D. (1998). Individual variation in response to altitude training. *Journal of Applied Physiology*, 85(4), 1448-1456. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.4.1448>
- Declaración de Helsinki de la AMM: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, (2013). <https://www.wma.net/es/politicas-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., & Marfell-Jones, M. (2019). International Standards for Anthropometric Assessment, 2019. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). <https://books.google.com.pe/books?id=E4edzgeEACAAJ>
- Frisancho, A. R., & Baker, P. T. (1970). Altitude and growth: A study of the patterns of physical growth of a high altitude Peruvian Quechua population. *American Journal of Physical Anthropology*, 32(2), 279-292. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajpa.1330320217>
- Gatterer, H., Menz, V., Untersteiner, C., Klarod, K., & Burtcher, M. (2019). Physiological Factors Associated With Declining Repeated Sprint Performance in Hypoxia. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(1). https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2019/01000/physiological_factors_associated_with_declining_25.aspx
- Girard, O., Brocherie, F., & Millet, G. P. (2017). Effects of Altitude/Hypoxia on Single- and Multiple-Sprint Performance: A Comprehensive Review. *Sports Medicine*, 47(10), 1931-1949. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0733-z>
- Heath, B. H., & Carter, J. E. L. (1967). A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology*, 27(1), 57-74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajpa.1330270108>
- Hirsch, K. R., Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., & Roelofs, E. J. (2016). Body Composition and Muscle Characteristics of Division I Track and Field Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 30(5), 1231–1238. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001203>
- INEI. (2023). Situación de la Población Peruana al 2023. Una mirada hacia los jóvenes. <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/4408941-situacion-de-la-poblacion-peruana-al-2023-una-mirada-hacia-los-jovenes>
- IPD. (2021). Compendio estadístico 2021. <https://www.gob.pe/38473-instituto-peruano-del-deporte-compendios-y-boletines-estadisticos>
- Kirkaya, I., Yilmaz, I., Guven, G., Gungor, Elvin Onarici, G. & Kacoglu, C. (2024). Body Composition and Aerobic Performance Changes After 8 Weeks of Exposure to Normobaric Intermittent Hypoxia. *International Journal of Morphology*, 42(3), 761-765. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-95022024000300761>
- Lentini, N. A., Gris, G. M., Cardey, M. L., Aquilino, G., & Dolce, P. A. (2004). Estudio somatotípico en deportistas de alto rendimiento de Argentina. *Archivos de Medicina del Deporte*, 21(194), 497-509. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Original_somatotipico_497_104.pdf
- Martínez-Mireles, X., Nava-González, E. J., López-Cabanillas Lomelí, M., Puente-Hernández, D. S., Gutiérrez-López, M., Lagunes-Carrasco, J. O., López-García, R., & Ramírez, E. (2025). The Shape of Success: A Scoping Review of Somatotype in Modern Elite Athletes Across Various Sports. *Sports*, 13(2), 38. <https://doi.org/10.3390/sports13020038>
- Montañez Rojas, F. H., Sánchez Rodríguez, D. A., & Ordóñez Saavedra, N. (2023). 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). *Retos*, 49, 292-299. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.94129>
- Nandikolmath, D., Samanchi, R., Rana, B., & Hallikeri, A. (2024). Using R Programming for Somatotyping. *International Journal of Kinanthropometry*, 4(1), 50-61. <https://doi.org/10.34256/ijjk2417>



- Shafeeq, V. A., Abraham, G. & Raphel, S. (2010). Evaluation of Body Composition and Somatotype Characteristics of Male. *Journal of Experimental Sciences*, 1(11). <https://doi.org/https://updatepublishing.com/journal/index.php/jes/article/view/1771>
- Stachoń, A., Pietraszewska, J., & Burdukiewicz, A. (2023). Anthropometric profiles and body composition of male runners at different distances. *Scientific Reports*, 13(1), 18222. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45064-9>
- Toselli, S., Tarazona-Santos, E., & Pettener, D. (2001). Body size, composition, and blood pressure of high-altitude Quechua from the Peruvian Central Andes (Huancavelica, 3,680 m). *American Journal of Human Biology*, 13(4), 539-547. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajhb.1086>
- Tremblay, J. C., & Ainslie, P. N. (2021). Global and country-level estimates of human population at high altitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(18), e2102463118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2102463118>
- Tsukru, V., & Rhetso, A. (2023). Anthropometric Somatotype of Indian Combat Sports and Track and Field Athletes: A Systematic Review. *International Journal of Kinanthropometry*, 3(2), 56-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.34256/ijk2327>
- Vargas Pinilla, O. C. (2014). Ejercicio y entrenamiento en altura: efectos fisiológicos y protocolos. *Revista Ciencias de la Salud*, 12(1), 115-130. <https://doi.org/10.12804/revsalud12.1.2014.07>
- Vucetić, V., Matković, B. R., & Sentija, D. (2008). Morphological differences of elite Croatian track-and-field athletes. *Coll Antropol*, 32(3), 863-868. <https://hrcak.srce.hr/27031>
- Wong, J. E., Flyer, N., & Wilson, N. (2007). Somatotypes of young Malaysian track and field athletes. *Asian Journal of Exercise and Sports Science*, 4, 1-7. https://www.academia.edu/24045195/Somatotypes_of_young_Malaysian_track_and_field_athletes

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Jose Jairo Narrea Vargas
 Topacio Desire Torres Vera
 Milagros Carla Llica Barreto
 Luz Lazo Jiménez
 Jamee Guerra Valencia
 Antonio Castillo-Paredes

Jose.narrea@usil.pe
 desire_50@hotmail.com
 mila_cllb@hotmail.com
 llazoj@unsa.edu.pe
 jamee.guerra@ulcb.edu.pe
 acastillop85@gmail.com

Autor
 Autora
 Autora
 Autora
 Autor
 Autor

