



**Relación entre las variables cineantropométricas y cinemáticas seleccionadas
con el tiempo en 5000m de corredores antioqueños.**

Juan Camilo Calderón Restrepo

camilo.calderon@udea.edu.co

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Ciencias del Deporte y
la Actividad Física

Asesor

Gustavo Ramón Suarez, Doctor (PhD) en Educación Física

Universidad de Antioquia
Instituto Universitario de Educación Física y Deporte
Maestría en Ciencias del Deporte y la Actividad Física
Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Resumen

Objetivo: Correlacionar variables antropométricas y cinemáticas con el tiempo en la prueba de 5000m en corredores de Antioquia. **Método:** Estudio cuantitativo correlacional de corte transversal “*cross sectional*”. La muestra la integraron 27 atletas antioqueños de 5000m con una marca promedio de 17.67min±1.25, edad promedio de 30.12±8.17, una talla de 1.70m±0.06cm y un Índice de Masa Corporal (IMC) de 21.13±0.03kg/m². En la medición de las variables antropométricas se aplicó el protocolo de *Isak*. Para las variables cinemáticas, el análisis se realizó por videografía con cámaras de alta velocidad en HS (240fps). Se utilizó el programa estadístico SPSS *Statistics V22* para el cálculo de los estadísticos requeridos (Pruebas de normalidad, media, desviación estándar, índice de correlación producto momento de Pearson, regresión lineal múltiple). **Resultados:** Las variables antropométricas que mejor se correlacionaron con la marca fueron, en orden decreciente (media ± ds; r, sig): 1) el diámetro bi-ilíaco (26,15±1,77cm; 0.69, 0.00), 2) perímetro de la cadera (88,30±4,52cm; 0.63, 0.00), 3) el pliegue del tríceps (6,69±1,72cm; r=0.62, 0.00), 4) el perímetro de la cintura (72,32±5,05cm; 0.60, 0.00), 5) el valor de la endomorfia (2,38±0,76cm; 0.59, 0.00), 6) la masa corporal (61,85±7,99kg; 0.59, 0.00), 7) la masa muscular según Martin (47,99±8,5cm; 20.58; 0.00), 8) el perímetro de la pantorrilla (34,64±1,99cm; 0.56; 0.00), y 9) el índice de Quetelet (IMC) (21,15±1,93; 0.55,0.00). De las variables cinemáticas, el orden fue el siguiente: 1) la velocidad de la zancada (4.78 m/s; -0.856, 0.00), 2) la velocidad del paso derecho (4.88 m/s; -0.766, 0.00), 3) la velocidad del paso izquierdo ((4.70 m/s; -0.72, 0.00), 4) la longitud del paso derecho (1.60m; -0.706, 0.00), 5) la longitud de la zancada (3.18m; -0.66, 0.00), 6) el tiempo de contacto del pie derecho (0.194s; -0.57, 0.00), y 7) la longitud del paso izquierdo (1.58 m; r=-0.50, 0.00). **Conclusión:** Al reunir las variables antropométricas y cinemáticas, la velocidad de la zancada y el diámetro bi-ilíaco, se generó la siguiente ecuación de regresión múltiple final: **Marca (min:00) = 24.02 – 2.50 * velocidad de la zancada (m/s) + 0.214 * diámetro bi-ilíaco (cm)**. Es decir, las variables que más se relacionaron con la carrera fueron la velocidad de la zancada (r² = 0.72) y el diámetro bi-ilíaco (r² = 0.06).

Palabras clave: Cineantropometría, cinemática, *Isak*, corredores de fondo, carreras de atletismo de fondo.

Introducción

Los 5000m, es una prueba dentro del atletismo en la modalidad de carreras, que consta en recorrer 12 vueltas $\frac{1}{2}$ en una pista de 400m planos para pista al aire libre y en indoor serán 25 vueltas a una pista cubierta de 200m cada vuelta. Esta prueba la corren damas y varones. Las competiciones que se desarrollan a nivel internacional, serán definidas por los requerimientos de la Federación Internacional de Atletismo, gana quien recorra en menor tiempo posible y pase la línea de meta en primer lugar. (Word Athletics, 2019).

Estudios sobre factores neuromusculares de la fuerza y la velocidad en corredores de 5000m, Evidencian que hay correlación positiva entre el tiempo de contacto con el suelo y la velocidad (tiempo de la prueba) indicando que estos son factores determinantes para el rendimiento y la economía del movimiento en atletas entrenados (Nummela A. T., 2006).

Una revisión sistemática de estudios transversales en atletas de Kenia, concluye que el rendimiento es un conjunto multifactorial, evidenciando que no hay un perfil único en los corredores de largas distancias (Tawa & Quinette, 2017). Otros estudios muestran que en cuanto al rendimiento no hay congruencia (Knechtle, Knechtle, & Rosemann, 2010). En general, los corredores de fondo son de talla baja (promedio: 1,67m) (Foster & Lucia, 2007); un bajo masa el cual influye de manera positiva en el rendimiento y en la economía de la carrera. Al parecer, una de las principales características en cuanto al aspecto de ser económico en la carrera es la masa corporal, sumatoria de pliegues cutáneos, y el porcentaje graso (McCann & Higginson, 2008).

La *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, en español), es una organización mundial fundada en julio 20 de 1986 en Glasgow, Escocia. Su actividad se enmarca en el campo de la cineantropometría, disciplina académica que implica el uso de medidas

antropométricas en relación con otros parámetros científicos o áreas como el movimiento humano y la fisiología, cuyas mediciones se toman una gran variedad desde el ámbito investigativo, la salud, actividad física y el rendimiento deportivo. La Antropometría, se enmarca dentro de los procedimientos y procesos científicos, obteniendo las dimensiones de medidas anatómicas superficiales, entre ellas están los diámetros, perímetros longitudes y pliegues cutáneos (Stewart, 2010).

El somatotipo es la descripción que se configura desde lo morfológico al cuerpo humano, basándose en la forma, composición y tamaño, estableciéndose variables como la Endomorfia (adiposidad relativa – relativa gordura), el componente Mesomorfia (relativa robustez musculo esquelética) y el componente Ectomorfia (relativa linealidad). Su evaluación se realiza implementando el protocolo propuesto por (Carter, 1990). Para poder determinar el somatotipo se necesitan unas medidas específicas como la talla (cm), peso (kg), pliegues cutáneos (mm) diámetros óseos (cm) y perímetros (cm). De acuerdo a la somatocarta, que es llamada también somatograma, hace relación a un triángulo equilátero con los lados curvos, donde se utiliza gráficamente los valores numéricos de cada somatotipo, clasificándose en: Bajo: $\frac{1}{2}$ hasta $2\frac{1}{2}$; Moderado: 3 hasta 5; Elevado: $5\frac{1}{2}$ hasta 7 y Extremo: mayor a $7\frac{1}{2}$. Para realizar la representación gráfica se deben obtener las coordenadas de los ejes “X” y “Y” de acuerdo con: Endomorfia (I), Mesomorfia (II) y Ectomorfia (III) donde “X” = III-I y “Y” = $2 * II - (III+I)$ (Carter, 1990).

El estudio de Rodríguez & Bolaños (2012) con 12 atletas femeninas de la universidad del Valle mostró un somatotipo promedio de 1.2-2.4-2.6; el estudio de Mañana & Magallanes (2017) en 10 atletas uruguayos de talla internacional arrojó un somatotipo (1,1-3,7-3,8); el estudio de Sánchez, Muros, López, & Zabala, (2020) con 56 atletas españoles encontró un somatotipo 1.7-3.8-3.8 para corredores de media distancia. La constante de estos estudios son los valores bajos de la endomorfia (<2.0).

Sánchez, Muros, López, y Zabala (2020) evaluaron noventa corredores jóvenes ($18,4 \pm 2,0$) y los dividieron en dos grupos según el evento en los que participaron: corredores de media distancia (MDR, n = 56) y corredores de larga distancia (LDR, n = 34). Les midieron dieciséis variables antropométricas para cada participante (peso, altura, ocho pliegues cutáneos, cuatro cinchas y dos anchos. Índice de masa corporal (IMC),

composición corporal y somatotipo). Comparando MDR con el grupo de LDR, encontraron diferencias significativas para altura, peso, circunferencia de la parte superior del brazo relajada, circunferencia de la parte superior del brazo flexionada y tensada, área total de la parte superior del brazo, área de los músculos de la parte superior del brazo y área de los músculos del muslo. No se observaron diferencias significativas en el resto variables. Concluyeron que los MDR son más altos, más pesados y tienen circunferencias más grandes que los LDR.

Recientemente, Folland, Sam J., y Allen, M. I. (2017) estudiaron la técnica de carrera y su relación con la economía de carrera en 97 corredores de medio fondo y fondo, encontrando datos antropométricos como una talla media de 1.79 ± 0.06 m, una masa corporal de 69.0 ± 6.3 Kg, IMC de 21.5 ± 1.4 , % de grasa de 14.2 y una marca promedio de 10.000m de $37\text{min}:58 \pm 6.07$. Encontraron que tres variables (oscilación vertical de la pelvis durante el contacto con el suelo normalizado a la altura, articulación de la rodilla mínima ángulo durante el contacto con el suelo y la velocidad mínima de la pelvis horizontal) explicaron el 39% de la variabilidad del costo energético. Además, cuatro variables (mínimo la velocidad horizontal de la pelvis, el ángulo de toma de contacto con la pierna, el factor de trabajo y la inclinación del tronco hacia adelante) explicaron el 31% de la variabilidad en rendimiento (mejor marca).

Entre los factores biomecánicos que presentan relación con el rendimiento y economía en la carrera se encuentra que la longitud de la pierna (desde los gastrocnemios hasta la inserción del talón de Aquiles) es más larga en competidores élites (Tawa & Quinette, 2017). Otros estudios realizados en atletas de élite determinan que los movimientos verticales y la fuerza de frenado horizontal correlacionan de forma inversa en el rendimiento de la prueba de 3000m (Storen, Helgerud, & Hoff, 2011). En relación con los parámetros espacio temporales, como lo son el tiempo de vuelo, tiempo de frenado, la amplitud en la zancada, el número de pasos por minuto, con la economía en el movimiento y rendimiento, existen estudios que concluyen que van desde la individualidad de cada deportista hasta estudios determinísticas (Williams & Cavanagh, 1987; Folland, Allen, Black, Handsaker y Forrester. (2017). Otros estudios se han centrado en la frecuencia de pasos por minuto, la frecuencia de zancada (se posiciona

entre 90 pasos por minuto (p/m), y a ritmo de competencia entre 105– 110 (p/m) para carreras de 3000m, encontrando que estaría relacionado con el impacto de cada zancada y lesiones (Hobara, Sato, Sakaguchi, Sato, & Nakawaza, 2012).

Estudios demuestran la importancia de analizar y estudiar en rendimiento de los corredores de fondo relacionado con factores biomecánicos. Kyrolainen, Belli, y Komi, (2001) concluyen que el rendimiento se ve afectado por una mala ejecución de la técnica, en alto frenado en la fase de contacto demandando mayor función del sistema neuromuscular. Nummela, Keranen, y Mikkelsen, (2007) encontraron que el tiempo de contacto fue la única variable que se correlacionó con la economía en el movimiento ($r = 0.49$, $p < 0.05$). McCann & Higginson (2008) determinaron que la mejora en los corredores está limitada por su condición física. Ogueta-Alday, Rodríguez-Marroyo, y García-López, (2013) identificaron dentro de las variables biomecánicas que el patrón de pisada y la amplitud de zancada están más relacionadas con el rendimiento.

En Antioquia, no se conocen estudios realizados con variables antropométricas y cinemáticas en corredores de 5000m. En Colombia, Rodríguez y Bolaños (2012) evaluaron antropométricamente 45 atletas vallecaucanas femeninas de fondo, en edades entre los 12 y 18 años. Llamó la atención de los autores que no encontraron correlaciones positivas entre estas variables antropométricas (masa, talla, pliegues, perímetros, diámetros, masas) y la marca.

El objetivo del presente estudio fue correlacionar factores antropométricos y cinemáticos con la marca en la prueba de 5000m, de atletas antioqueños.

Metodología

Tipo de estudio: El presente estudio fue de carácter cuantitativo descriptivo correlacional de corte Transversal o “*cross sectional*”.

Población, muestra y cálculo del tamaño de la muestra: De acuerdo con datos suministrados por la liga antioqueña de Atletismo, la población de corredores de 5000m está alrededor de 500. El tamaño de la muestra se calcula de acuerdo al tamaño del

efecto propuesto por (Cohen, 2010), quien plantea que si se espera una correlación de 0.5 con un nivel de significancia de 0.05, una potencia de 0.8 y una significancia de dos colas, el tamaño de la muestra deberá ser de 29 sujetos (Calculado con el programa R, con la función *pwr*).

Criterios de selección

Delimitaciones

La edad de los participantes de la investigación debió estar entre los 18 y 50 años, del género masculino. Ser corredores de 5000m o más, que llevaran más de dos años de entrenamiento y competencias, de nacionalidad colombiana y del departamento de Antioquia.

Limitaciones

De acuerdo con la pandemia mundial por el covid-19, se emplearon los protocolos establecidos de bioseguridad en los escenarios y pruebas tanto para Antropometría y prueba de campo. Los elementos de bioseguridad que se utilizaron fueron: tapabocas N-95, careta, guantes de nitrilo, desinfectante de manos y equipos (Amonio Cuaternario 5° generación).

En cuanto a la confiabilidad de las mediciones, el personal para las mediciones antropométricas presenta certificación *ISAK*, los equipos tienen confiabilidad y validez aceptados para mediciones en Relación a los *gold standard*.

Control de sesgos

En cuanto a los evaluadores, se contó con personal profesional cualificado para ejecución y técnica idéntica en las mediciones. El personal de apoyo se capacitó previamente. Los equipos de medición se calibraron antes de su utilización, las pruebas están validadas en otras investigaciones, a cada participante se le explicó los objetivos de la investigación. Todos los datos se guardaron en un disco externo ADATA de 1 Tera con una copia de seguridad, teniendo solo acceso a los datos e información el investigador principal y asesor.

Definición de variables

Se delimitaron las variables realizando un análisis a 29 investigaciones y meta análisis en corredores africanos. Para esta investigación se definieron variables de tipo sociodemográficas, antropométricas y cinemáticas. En total fueron 157 variables, 71 antropométricas y 86 cinemáticas.

Variables antropométricas: (71) en 15 grupos.

De acuerdo al protocolo que demanda la *ISAK*, las medidas se realizan en el lado derecho, ya si se presenta una situación donde se le deba tomar las medidas en el lado izquierdo se procederá, En cuanto a los pliegues en el lado derecho e izquierdo no se encuentran diferencias significativas, si encontrándose en los perímetros, y longitudes. Par iniciar la medición, el sujeto adopta una posición antropométrica, la cual busca que el sujeto este confortable, que se pueda realizar una reproducibilidad de todas las medidas, manteniéndose en bipedestación, tanto en las marcaciones de los puntos y tomas de medidas, a su vez, cuando se le solicite estar sentado se adopta la posición que determina el protocolo.

El registro de los datos, se llena la proforma electrónica en una hoja Excel, donde el antropometrista contará con un anotador quien le ayudará con los datos cuando duplique la medición o tenga que realizar una tercera medida, así, el antropometrista estará enfocado en realizar la técnica correctamente. Se deberá llevar un orden cuando se realice la valoración antropométrica, el cual será: 1) marcar puntos antropométricos, 2) tomar la primera medida en orden por el protocolo ISAK. 3) repetir segunda medida. 4) en algunas medidas dado el caso repetir por tercera vez. Las medidas no se deberán tomar después de entrenar o de ducharse, se esclarece en el protocolo antropométrico y delimitaciones.

Tabla 1. Variables antropométricas. Diseño del autor.

N.	Grupo	Variables
1	Demográficas	Marca, edad, talla (cm), peso(kg), IMC.
2	Pliegues	Tríceps (mm), subescapular (mm), bíceps (mm), cresta iliaca (mm), Supraespinal (mm), abdominal (mm), muslo anterior A-B-C (mm), pantorrilla medial(mm).
3	Perímetros	Bazo relajado (cm), brazo flexionado y contraído (cm), muslo medio (cm), pantorrilla máxima (cm), cintura (cm), cadera (cm).
4	Diámetros	Humeral (cm), Biestiloideo (cm), Femoral (cm), Biacromial (cm), Biilíaco (cm), Tibioperonéa astragalina (mm).
5	Longitudes	Longitud muslo (Altura trocantera) (cm), Longitud del tibial lateral (cm), Longitud de la Pierna (cm), Longitud miembro inferior (cm).
6	Índices	Ponderal (IP), Quetelec (IMC), envergadura Relativa (IER), Córnico (IC), Relación miembros inferiores (IRMI).
7	Ratio	Valor cintura cadera.
8	Sumatorias	Sumatoria de 4 pliegues cutáneos (mm), sumatoria de 6 pliegues cutáneos (mm), sumatoria de 8 pliegues cutáneos (mm).
9	Porcentaje de grasa	(% GD6 (Carter), % GD4 (Faulkner), % GD2 (Slaughter), % GD6 (Yuhasz).
10	Masa muscular	% Muscular (Lee), % Muscular (Portmans), masa muscular kg (Martin).
11	Hueso	Porcentaje óseo (%), masa ósea, masa residual (kg).
12	Peso	Peso total, peso óseo (kg), peso residual (kg), peso graso (kg), peso magro (kg), peso muscular (Lee), peso muscular (Poortmans).
13	% de peso total	(% peso óseo, % peso muscular (Lee), % muscular (Poortmans), % peso residual, % peso graso).
14	Somatotipo	Endomorfia, mesomorfia, ectomorfia.
15	% de longitudes	% longitud muslo, % longitud pierna, % longitud miembro inferior, porcentaje longitud tibial).

Variables cinemáticas: (86) en 15 grupos.

Se capacitó el personal previamente, realizando pre pruebas para determinar posibles errores en la ejecución, tomar tiempos, y establecer un orden.

Tabla 2. Variables cineantropométricas. Diseño del autor.

N.	Grupo	Variables
	Miembro inferior derecho (MID)	
1	Posiciones al inicio del apoyo	Ángulo horizontal ataque muslo, ángulo horizontal ataque pierna, ángulo horizontal rodilla, ángulo contacto rodilla, ángulo horizontal ataque MMID (°), ángulo ataque del pie.
2	Cambio de posiciones fase de frenado	Desplazamiento angular muslo, desplazamiento angular pierna, desplazamiento angular miembro inferior, ángulo rodilla momento frenado, desplazamiento rodilla, desplazamiento angular pie, tiempo frenado relacionado con trocánter.
3	Posiciones de despegue	Ángulo horizontal despegue muslo (!), ángulo horizontal despegue pierna, ángulo despegue rodilla, ángulo despegue miembro inferior, ángulo despegue pie.
4	Cambio de posiciones fase de empuje	Desplazamiento angular muslo, desplazamiento angular pierna, desplazamiento angular miembro inferior, desplazamiento rodilla, desplazamiento angular pie, desplazamiento vertical trocánter mayor (mm), tiempo de empuje (ms) TM.
5	Cambios fase de contacto	Desplazamiento angular muslo, desplazamiento angular pierna, desplazamiento rodilla, desplazamiento angular miembro inferior, desplazamiento angular pie.
6	Resumen paso derecho	Tiempo total del contacto (mm), longitud de paso (mm), velocidad de paso(m/s), tiempo de vuelo (m/s), frecuencial de paso (1/TC).
7	Relaciones	Relación tiempo (frenado/empuje), % frenado/contacto, %empuje/contacto, Longitud paso derecho (Zancada), longitud paso izquierdo (Zancada).
8	Marcas relevantes	Longitud zancada (cm), tiempo total de zancada (s), velocidad zancada (m/s), frecuencial de zancada (1/TCT-zancada/sg), tiempo estimado para 5000m, tiempo real en 5000m % de la marca, % desviación de la marca.
	Miembro inferior izquierdo (MII)	
9	Posiciones al inicio del apoyo	Ángulo horizontal ataque muslo, ángulo horizontal ataque pierna, ángulo contacto rodilla, ángulo horizontal ataque MMD (°).
10	Cambio de posiciones fase de frenado	Desplazamiento angular muslo, desplazamiento angular pierna, desplazamiento angular miembro inferior, ángulo rodilla momento frenado, desplazamiento angular pie, tiempo frenado relacionado con CG.
11	Posiciones de despegue	Ángulo horizontal despegue muslo (°), ángulo horizontal despegue pierna, ángulo despegue rodilla, ángulo despegue miembro inferior, ángulo despegue pie.
12	Cambio de posiciones fase de empuje	Desplazamiento angular muslo, desplazamiento angular pierna, desplazamiento angular miembro inferior, desplazamiento rodilla, desplazamiento angular pie, desplazamiento vertical trocánter mayor (mm), tiempo de empuje (ms) TM.
13	Cambios fase de contacto	Desplazamiento angular muslo, desplazamiento angular pierna, desplazamiento rodilla, desplazamiento angular miembro inferior, desplazamiento angular pie.
14	Resumen paso izquierdo	Longitud de paso (m), velocidad de paso (m/s), tiempo de vuelo (ms), frecuencia de paso (1/TC).
15	Relaciones	Relación tiempo (frenado/empuje), % frenado/contacto, % Empuje/contacto, longitud paso derecho (Zancada), longitud paso izquierdo (Zancada), predicción marca.

Recolección de la información

Se establecieron protocolos de ejecución y los datos se recogieron en formatos preestablecidos, llevándose a cabo en dos días con cada deportista. Los videos se descargaron después de realizada la prueba, en una proforma para las variables antropométricas con doble medida y en formato de tabla Excel para el resto de las variables. Toda la información se guardó en un disco externo ADATA de 1 Tera con copia de seguridad.

Día 1: (Variables antropométricas y sociodemográficas)

Inicialmente se realizó el debido proceso de la información, firmando el consentimiento informado y criterios de selección; seguidamente la valoración antropométrica llenando también el consentimiento informado que demanda el protocolo de la *ISAK*, donde se les comunica que indumentaria deben llevar, quien será el antropometrista y tiempo de duración aproximado. Personal especializado realizó la medición de la estatura corporal, el masa, el grosor de la piel en diferentes partes del cuerpo, el diámetro de varios huesos y perímetros del cuerpo y en general, esta evaluación se realizó en un lugar aislado y privado.

Día 2: (Variables cinemáticas- Prueba de campo)

Se realizó la prueba de 5000m en una pista atlética de 400m cada vuelta, de material sintético. Se registró cada vuelta (12 ½ en total) en un tramo 20m antes de la línea final de la recta principal, de 4m mediante videografía con tres cámaras de alta velocidad *Casio Exilim ZR 200* (240 fps) (una para el plano sagital derecho y otra para el tramo sagital izquierdo), con control manual. Para la selección de la muestra por vuelta se tomó aquella cuyo tiempo parcial estuvo más cercano al tiempo de la prueba. Con estos videos se determinó la velocidad, la longitud de la zancada y del paso, el ángulo de la cadera, y en general, las características mecánicas de la manera de correr del atleta. Los videos se recortaron y editaron en el software de edición libre Kinovea versión 9.1. De este programa se emplearon las funciones ángulo horizontal, ángulo vertical, longitudes y seguimiento de punto para obtener el punto más alto y más bajo de la cadera en la fase de apoyo y partir de este punto obtener la fase de frenado y de empuje.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis univariado con el fin de obtener una descripción del grupo de participantes. Para las variables cuantitativas con escala de razón se realizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar el tipo de distribución. En los casos de normalidad se calculó la media, la desviación estándar. En caso de distribución no normal, la mediana, el rango intercuartílico. Dado que el objetivo principal fue la correlación y una regresión lineal múltiple (RLM), se hizo énfasis en que los datos presentaran normalidad pues para la regresión lineal se requiere esta condición. El análisis bivariado correlacionó las variables antropométricas y cinemáticas con el tiempo en la prueba de 5000m. y se empleó la correlación de Pearson. En caso del análisis multivariado para las variables dependientes e independientes, se realizó la prueba de regresión múltiple. Para este estadístico se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Martínez, Sánchez y Faulin (2006), las cuales se enumeran a continuación: a) realización de gráficos de dispersión, b) Hacer una matriz de correlaciones, c) realizar regresiones univariantes por cada variable independiente con la dependiente, d) Seleccionar las variables candidatas para el modelo multivariante, e) Valorar la contribución de cada variable incluida en el modelo (R^2 ajustado), f) Valorar la colinealidad (La tolerancia y el FIV o factor de inflación de la varianza. La tolerancia determina hasta qué punto están relacionadas las diversas variables entre sí y es un indicador de la varianza no explicada por las otras variables independientes. EL FIV, para ser admisible, no deber menor de 0.1), g) valorar la relación dosis-respuesta que se aparten del modelo lineal (se realiza comprobando la significancia estadística del término cuadrático añadido al modelo, h) Inclusión de términos de interacción entre variables, i) Comprobar los residuales del modelo (Prueba Durvin-Watson o prueba d, que mide la independencia de los residuos debe ser aproximadamente igual a $2(1 - r)$, donde r es el coeficiente de autocorrelación de primer orden de los residuos), j) no introducir más de una variable independiente por de 20 sujetos que haya en la base de datos, k) Buscar un modelo *parsimonioso* (con el menor número de variables que expliquen bien los datos. Estos indicadores no deben ser mayores de 0.8, respectivamente.

Resultados

Variables antropométricas

En la tabla 1, se presentan los resultados de las variables antropométricas y su relación con la marca de los 5000m de la muestra examinada. Al analizar las variables generales se aprecia que la marca ($17,67 \pm 1.15$ min:00) estuvo a 4 minutos (30%) de la marca nacional (13,3 min y a 5 minutos de la mundial (41% - 12,5 min)). Su velocidad media de carrera fue 4.71 m/s, 282 m/min o 16.9 Km/h. La marca mundial es de 6.66m/s, 399 m/min, o 23.9 km/h. De acuerdo con estos datos se podría asumir que los atletas evaluados son de entre nivel mediano y medio alto. La edad promedio (30,1 años) fue similar a los estudios Ogueta-Alday, Rodríguez-Marroyo, & García-López, (2013) de Vernillo y col. (2013), Folland, Sam y Allen, (2017), Conejero, y otros, (2014). En estos y otros estudios, el % de grasa total fue de 14% (Ogueta-Alday, Rodríguez-Marroyo, & García-López, 2013), 8% (Vernillo y col., 2013), mientras que los sujetos del presente estudio estuvieron entre 7 y 10%, también muy similares con los autores citados. La talla en los estudios de Foster y Lucia, (2007) fue de 1.67m, Folland y col., (1.79m), mientras que en el presente estudio fue de 1.70 ± 0.06 , muy similar al de Foster y col., pero muy diferente del de Folland (2017). La masa corporal de la muestra examinada (61 ± 8 kg) fue más baja que el encontrado en estudio de Folland y col. (2017; 79kg), más alto que en estudio de Vernillo y col. (2013; 57kg).

De los pliegues cutáneos, tan solo el pliegue del tríceps y la pantorrilla medial presentaron una distribución normal. El pliegue tricípital presentó una correlación alta (0.62) con la marca de los 5000m. Este pliegue, que indica una baja cantidad de grasa corporal, al compararlo con atletas españoles (media de 8.0 ± 3.5 , Canda, 2012) se aprecia que está por debajo de ellos. Los perímetros y diámetros de los atletas evaluados en el presente estudio (ver tabla 1) presentaron medidas muy similares al estudio de Sánchez y col. (2020) (media \pm ds): a) perímetro muslo: 49.3 ± 2.9 cm; vs 52.9 ± 0.12), b) perímetro pierna: 35.7 ± 1.9 cm vs 37.7 ± 0.08), d) perímetro cintura (80.1 ± 0.19); e) perímetro cadera (96.5 ± 0.19), f) brazo relajado: 25.8 ± 1.5 vs 31.2 ± 0.10 cm, g) diámetro bi-ilíaco (28.84 ± 1.75).

De las variables antropométricas analizadas, se seleccionaron las que su valor de correlación con la marca fue mayor de 0.5 y además fuese significativo ($p < 0.05$). Los

hallazgos, en orden de mayor a menor fueron los siguientes: (1) el diámetro bi-ilíaco (0.69; 0.00), (2) perímetro de la cadera (0.63; 0.00), (3) el pliegue del tríceps (0.62; 0.00), (4) el perímetro de la cintura (0.60, 0.00), (5) el valor de la endomorfia (0.59; 0.00), (6) la masa corporal (0.59; 0.00), (7) la masa muscular (Martin, 1990) (0.58; 0.00), (8) el perímetro de la pantorrilla (0.56; 0.00), y (9) el índice de Quetelet (0.55; 0.00). Todas estas variables presentaron una correlación directa, es decir, a menor valor de la variable, menor tiempo en la prueba. En este sentido, los sujetos que presentaron menores valores de diámetro bi-ilíaco, obtuvieron menor tiempo en los 5000m. Llamó la atención que Tawa y Quinette (2017) encontraron que la longitud de la pierna condicionaba el rendimiento en atletas, pero en la presente investigación la distribución de esta variable estuvo en la categoría no paramétrica, su coeficiente de Spearman fue de 0.17 ($p=0.31$) indicando que en los sujetos examinados la longitud de la pierna no tiene relación con la marca.

Cuadro 1. Resumen de las variables antropométricas estudiadas, con pruebas de normalidad (las demarcadas en color azul no presentan normalidad) y los indicadores de tendencia central (media para los normales y mediana (Md) – rango intercuartílico) RIC= para los no paramétricos. Se anexa el índice de correlación de Pearson ® con su significancia (p) de todas las variables con la marca. Se destaca en negrilla y color rojo las correlaciones significativas mayores de 0.5. No se calculó el índice de correlación para las que no presentaron distribución normal (casillas en blanco).

	Prueba de normalidad		Estadístico				Prueba de normalidad		Estadístico				
	Shapiro-Wilk		Descriptivo		Correlativo		Shapiro-Wilk		Descriptivo		Correlativo		
	Estadístico	Sig.	Media / Md	DS / RIC	r Pearson	p	Estadístico	Sig.	Media / Md	DS / RIC	r Pearson	p	
Variables Generales - Sociodemográficas - Antropométricas							RATIO						
Marca	0,95	0,17	17,67	1,25	*	*	Valor Cintura cadera	0,72	0,00	0,80	0,02		
Edad	0,93	0,08	30,19	8,17	0,24	0,23	SUMATORIA DE PLIEGUES CUTANEOS						
Masa corporal (kg)	0,95	0,23	61,85	7,99	0,59	0,00	Pliegues cutáneos mm (4)	0,90	0,02	34,10	16,40		
Talla (cm)	0,98	0,81	170,50	6,42	0,25	0,21	Pliegues cutáneos mm (6)	0,91	0,02	43,30	16,30		
Índice masa corporal	0,94	0,16	21,13	2,03	0,59	0,00	Pliegues cutáneos mm (8)	0,84	0,00	57,00	21,85		
Talla sentado (cm)	0,98	0,81	129,67	3,05	0,13	0,53	PORCENTAJE DE GRASA						
Envergadura (cm)	0,98	0,77	173,34	7,28	0,30	0,13	%GD6 (Carter)	0,92	0,03	7,35	1,74		
PLIEGUES CUTANEOS							%GD4 (Faulkner)						
Triceps (mm)	0,93	0,09	6,69	1,72	0,62	0,00	%GD2 (Slaughter)	0,96	0,47	9,52	1,83	0,45	0,02
Subescapular (mm)	0,89	0,01	7,90	3,70			%GD6 (Yuhasz)	0,83	0,00	7,70	1,69		
Bíceps (mm)	0,80	0,00	3,20	0,80			MASA MUSCULAR						
Cresta iliaca (mm)	0,70	0,00	9,90	4,40			%Musc (Lee)	0,93	0,09	26,17	2,61	0,53	0,00
Supraespinal (mm)	0,87	0,00	5,60	2,70			% Mus (Poortmans)	0,99	0,97	37,91	5,24	0,27	0,18
Abdominal (mm)	0,82	0,00	11,70	10,00			Masa Muscular (kg) (Martin)	0,94	0,16	47,99	8,52	0,58	0,00
Muslo anterior A - B - C (mm)	0,89	0,01	7,30	3,15			HUESO						
Pantorrilla medial (mm)	0,95	0,23	5,04	1,24	0,17	0,39	Porcentaje Oseo (%)	0,98	0,74	18,19	1,26	-0,45	0,02
PERIMETROS							Masa ósea						
Brazo relajado (cm)	0,91	0,03	26,25	3,45			Masa Residual (kg)	0,94	0,13	14,83	1,87	0,52	0,01
Brazo flexionado y contraído (cm)	0,96	0,35	28,69	2,36	0,52	0,01	PESOS						
Muslo medio (cm)	0,99	0,96	49,55	3,31	0,50	0,01	Peso Total	0,94	0,12	61,49	7,78	0,52	0,01
Pantorrilla máxima (cm)	0,98	0,81	34,64	1,99	0,56	0,00	Peso óseo (kg)	0,96	0,43	11,15	1,33	0,29	0,15
Cintura (cm)	0,97	0,60	72,32	5,05	0,60	0,00	Peso Residual (Kg)	0,94	0,13	14,83	1,87	0,52	0,01
Cadera (cm)	0,98	0,85	88,30	4,52	0,63	0,00	Peso Graso (kg)	0,95	0,25	5,91	1,63	0,55	0,00
DIAMETROS							Peso Magro (kg)						
Humeral (cm)	0,97	0,49	6,82	0,34	0,27	0,17	Peso muscular Lee Mus(kg)	0,93	0,09	26,17	2,61	0,53	0,00
Biestiloideo (cm)	0,97	0,48	5,63	0,36	0,28	0,15	Peso muscular Poortmans Mus(kg)	0,99	0,97	37,91	5,24	0,27	0,18
Femoral (cm)	0,96	0,31	9,60	0,48	0,49	0,01	PORCENTAJES RELATIVOS A LA MASA CORPORAL TOTAL						
Biacromial (cm)	0,94	0,15	39,09	2,10	0,39	0,04	% Peso óseo	0,98	0,82	18,20	1,26	-0,46	0,02
Billiaco (cm)	0,93	0,07	26,15	1,77	0,69	0,00	% Peso muscular (Lee)	0,97	0,59	42,75	2,30	-0,21	0,29
Tibioperonéa astragalina (mm)	0,98	0,84	7,37	0,47	0,51	0,01	% peso muscular (Poortmans)	0,92	0,05	63,75	8,00		
LONGITUDES							% peso residual						
Longitud muslo (Altura trocantera) (cm)	0,90	0,01	41,60	4,10			% peso graso	0,96	0,44	9,52	1,83	0,45	0,02
Longitud del tibial lateral (cm)	0,46	0,00	42,05	3,30			COMPONENTES SOMATOTIPO						
Longitud de la Pierna (cm)	0,92	0,05	88,05	5,90			Endomorfia	0,93	0,06	2,38	0,76	0,59	0,00
Longitud miembro inferior (cm)	0,97	0,64	40,83	4,33	0,28	0,15	Mesomorfia	0,95	0,17	4,53	0,98	0,36	0,07
INDICES							Ectomorfia						
Ponderal (IP)	0,97	0,52	43,24	1,35	-0,45	0,02		0,97	0,63	3,08	0,98	-0,46	0,02
Quetelec (IMC)	0,95	0,28	21,15	1,93	0,55	0,00							
Envergadura Relativa (IER)	0,97	0,49	101,68	2,37	0,14	0,50							
Córmico (IC)	0,97	0,64	76,19	1,68	-0,19	0,34							
Relación miembros inferiores (IRMI)	0,97	0,49	31,30	2,92	0,20	0,32							

Cuadro 2. Estadísticos relacionados con la estructura de la regresión lineal múltiple para las variables antropométricas y la marca.

Correlaciones						
		Biliaco (cm)	Cadera (cm)	Triceps (mm)	Cintura (cm)	Endomorfia
Correlación de Pearson	Marca	0,70	0,63	0,62	0,60	0,60
	Biliaco (cm)		0,84	0,79	0,91	0,69
Sig. (unilateral)	Marca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biliaco (cm)		0,00	0,00	0,00	0,00

Coeficientes*												
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.	Correlaciones			Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta				Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	4,87	2,65			1,84	0,08					
	Biliaco (cm)	0,49	0,10	0,70		4,84	0,00	0,70	0,70	0,70	1,00	1,00
2	(Constante)	4,83	2,58			1,87	0,07					
	Biliaco (cm)	0,34	0,14	0,48		2,46	0,02	0,70	0,45	0,34	0,51	1,98
	Brazo relajado (cm)	0,15	0,10	0,30		1,52	0,14	0,64	0,30	0,21	0,51	1,98
	(Constante)	6,28	3,44			1,82	0,08					
3	Biliaco (cm)	0,27	0,18	0,38		1,45	0,16	0,70	0,29	0,21	0,30	3,36
	Brazo relajado (cm)	0,14	0,10	0,28		1,42	0,17	0,64	0,28	0,20	0,50	2,00
	Triceps (mm)	0,11	0,17	0,15		0,65	0,52	0,62	0,13	0,09	0,38	2,66
	(Constante)	6,24	3,50			1,78	0,09					
4	Biliaco (cm)	0,28	0,19	0,40		1,50	0,15	0,70	0,30	0,22	0,29	3,46
	Brazo relajado (cm)	0,13	0,10	0,26		1,26	0,22	0,64	0,26	0,18	0,48	2,09
	Triceps (mm)	-0,02	0,29	-0,02		-0,05	0,96	0,62	-0,01	-0,01	0,13	7,70
	Endomorfia	0,30	0,56	0,18		0,53	0,60	0,60	0,11	0,08	0,17	5,75
5	(Constante)	6,09	3,57			1,71	0,10					
	Biliaco (cm)	0,32	0,20	0,45		1,56	0,13	0,70	0,32	0,23	0,26	3,85
	Brazo relajado (cm)	0,15	0,11	0,30		1,33	0,20	0,64	0,28	0,20	0,43	2,31
	Triceps (mm)	0,04	0,31	0,05		0,13	0,90	0,62	0,03	0,02	0,11	8,72
	Endomorfia	0,12	0,67	0,07		0,18	0,86	0,60	0,04	0,03	0,13	7,89
	Peso óseo (kg)	-0,10	0,19	-0,11		-0,51	0,62	0,29	-0,11	-0,07	0,50	2,00

a. Variable dependiente: Marca

Resumen del Modelo										
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios					Durbin-Watson
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F	
1	,695 ^a	0,48	0,46	0,92	0,48	23,38	1,00	25,00	0,00	1,95
2	,701 ^b	0,49	0,45	0,93	0,01	0,36	1,00	24,00	0,55	
3	,711 ^c	0,51	0,44	0,93	0,02	0,71	1,00	23,00	0,41	
4	,717 ^d	0,51	0,43	0,95	0,01	0,35	1,00	22,00	0,56	
5	,742 ^e	0,55	0,44	0,93	0,04	1,73	1,00	21,00	0,20	

a. Predictores: (Constante), Biliaco (cm)

b. Predictores: (Constante), Biliaco (cm), Cadera (cm)

c. Predictores: (Constante), Biliaco (cm), Cadera (cm), Triceps (mm)

d. Predictores: (Constante), Biliaco (cm), Cadera (cm), Triceps (mm), Cintura (cm)

e. Predictores: (Constante), Biliaco (cm), Cadera (cm), Triceps (mm), Cintura (cm), Endomorfia

f. Variable dependiente: Marca

Con estas variables se realizó una regresión lineal múltiple, empleando el programa SPSS V22, teniendo en cuenta las recomendaciones de Martínez y col., (2006). En la tabla 2 se presentan las variables seleccionadas y los resultados de la ecuación de regresión. De acuerdo con estos datos, uno de los requisitos que no se cumple para la regresión es que las variables independientes no guarden correlación entre sí mismas. Como se puede

apreciar en la parte superior, aunque la variable dependiente marca guarda muy buena correlación con las independientes, las independientes entre sí mismas tienen correlaciones moderadas y significativas. De acuerdo con ello, solo el modelo 1 (al incluir la variable dependiente y la variable diámetro bi-ilíaco) presenta la mayor varianza explicada (r^2 ajustado) individualmente (0.43), con una t significativa que confirma que la relación no es al azar. Al incluir las variables perímetro de brazo relajado, pliegue del tríceps, endomorfia y peso óseo, la r^2 en algunos casos incrementa, pero no de manera significativa, o disminuye. De la misma manera, los valores del estadístico Durbin Watson, Tolerancia y VIF indican que se puede aceptar la ecuación del primer modelo, cuyos coeficientes 4,87 (Constante) y 0.49 (correlación para el perímetro bi-ilíaco) determinan la siguiente ecuación final:

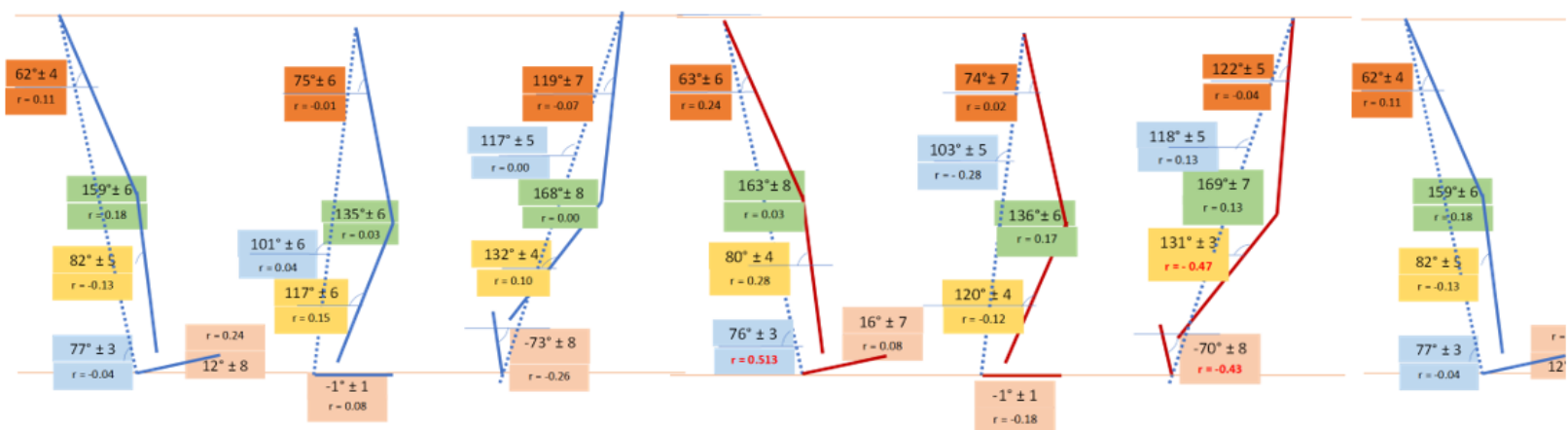
$$\text{Tiempo (min:00)} = 4.87 + 0.49 * \text{diámetro bi-ilíaco (cm)}.$$

Variables cinemáticas

En la tabla 2 se resumen los resultados cinemáticos encontrados. Se presentan los estadísticos de tendencia central (media \pm desviación estándar) y valores de correlación (r de Pearson; significancia) para las variables que presentaron un valor superior a 0.5.

Cuadro 1. Resumen de las variables cinemáticas estudiadas y los indicadores de tendencia central (Media y desviación estándar). Se anexa el índice de correlación de Pearson de todas las variables con la marca. En la parte inferior se señala, en color naranja el ángulo horizontal del muslo; en color verde, el ángulo de la rodilla; en color amarillo, el ángulo horizontal de la pierna; en color azul con raya punteada, el ángulo de apoyo del miembro inferior, y en color crema, el ángulo horizontal de apoyo el pie.

Paso derecho				Paso izquierdo		
$t_0 = 0$	$t_1 = 88\text{ms} \pm 13$	$t_2 = 196\text{ms}$	$t_3 = 329\text{ms}$	$t_4 = 428\text{ms}$	$t_5 = 528\text{ms}$	$t_6 = 670\text{ms}$
$t_0 = 0$	$t_1 = 88\text{ms} \pm 13$	$t_2 = 108\text{ms} \pm 19$	$t_3 = 133\text{ms} \pm 18$	$t_4 = 99\text{ms} \pm 11$	$t_5 = 100\text{ms} \pm 10$	$t_6 = 142\text{ms} \pm 50$
Inicio	Frenado	Empuje	Vuelo	Frenado	Empuje	Vuelo
Longitud (m)	$1.60\text{m} \pm 0.11$ ($r = -0.706$; $p < 0.00$)			$1.58\text{m} \pm 0.12$ ($r = -0.50$; $p < 0.00$)		
TC (seg)	0.194 ± 0.024 ($r = -0.57$; $p < 0.00$)			0.199 ($r = -0.01$; $p = 0.95$)		
$F = (1/TC)$	3.06 ± 0.20 ($r = -0.285$; $p = 0.149$)			2.97 ± 0.14 ($r = -0.288$; $p = 0.146$)		
Vel (m/s)	4.88 ± 0.43 ($r = -0.766$; $p < 0.00$)			4.70 ± 0.34 ($r = -0.72$; $p < 0.00$)		
Zancada						
Longitud (m)	3.18 ± 0.21 ($r = -0.66$; $p < 0.00$)					
T' Total (seg)	0.66 ± 0.04 ($r = -0.29$; $p = 0.13$)					
Vel (m/s)	4.78 ± 0.34 ($r = -0.856$; $p < 0.00$)					
Inicio	Frenado	Empuje	Vuelo	Frenado	Empuje	Vuelo



En primera instancia se presentan los valores para el tiempo de cada paso en cada fase y el tiempo acumulado. De estos valores, tan solo el tiempo de vuelo del paso derecho presentó un valor significativo ($p < 0.05$). No se encontraron correlaciones significativas con valores temporales para cada una de las fases en la carrera de 5000m y el tiempo empleado. Al comparar tiempos de cada una de las fases para ambos pasos, se puede observar que el tiempo de frenado tendió a ser mayor en el izquierdo (11ms), el tiempo de empuje mayor en el derecho (8ms) y el de vuelo, mayor en el izquierdo (9ms). El tiempo de contacto (TC) fue menor para el paso derecho (0.194s) y su correlación fue significativa con la marca (-0.57); para el paso izquierdo no existió correlación. La relación inversa del tiempo de contacto indica que a mayor tiempo de contacto menor tiempo en la prueba, dato que no está documentado en la literatura revisada. Si se revisa de nuevo lo encontrado en los tiempos de frenado y empuje, lo que hace el paso derecho es más eficiente para disminuir el tiempo de la prueba pues hay que frenar menos y empujar más para lograr la disminución del tiempo; lo encontrado en el pie izquierdo lo que realmente hace es aumentar el tiempo de frenado y empujar menos, conduciendo a un incremento en el tiempo.

En las variables espaciales, la longitud del paso derecho fue muy similar en ambos casos (1,60m para el derecho y 1,58 para el izquierdo) y se correlacionaron significativamente con la marca en los 5000m (La longitud del derecho presentó una correlación muy superior a la del izquierdo (-0.70 para el derecho y -0.50 para el izquierdo). Aunque ambas correlaciones fueron negativas, es la relación biomecánica más lógica esperada pues a mayor longitud en el paso, menor tiempo en la marca; en este sentido, el paso derecho presentó una mayor velocidad (4.88m/s) que el izquierdo (4.70m/s) y, además, su correlación con la marca también fue mayor (-0.766 y -0.72, respectivamente). La longitud de la zancada (paso derecho + paso izquierdo) fue de 3.18m con una correlación significativa con la marca en 5000m. El tiempo por su parte no presentó correlación con la marca, pero la velocidad (4.48m/s) si se correlacionó significativamente con la marca, siendo la mayor correlación encontrada para las variables cinemáticas (-0.856) y al igual que para la velocidad de los pasos, la correlación fue negativa (inversa), a mayor velocidad, menos tiempo.

Cuadro 5. Coeficientes y resumen del modelo.

Coeficientes

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	32,741	1,847	17,729	,000					
	Velocidad zancada (m/s)	-3,15	0,38	-8,18	0,00	-0,85	-0,85	-0,85	1,00	1,00
2	(Constante)	32,75	1,94	16,91	0,00					
	Velocidad zancada (m/s)	-3,16	0,89	-3,53	0,00	-0,85	-0,58	-0,38	0,19	5,19
	Velocidad de paso - paso derecho (m/s)	0,01	0,70	0,01	0,99	-0,77	0,00	0,00	0,19	5,19
3	(Constante)	33,84	2,07	16,35	0,00					
	Velocidad zancada (m/s)	-2,65	0,96	-2,77	0,01	-0,85	-0,50	-0,29	0,16	6,15
	Velocidad de paso - paso derecho (m/s)	0,02	0,69	0,01	0,97	-0,77	0,01	0,00	0,19	5,19
	Longitud del paso - paso derecho (m)	-2,26	1,68	-1,35	0,19	-0,71	-0,27	-0,14	0,49	2,03
4	(Constante)	33,74	2,13	15,82	0,00					
	Velocidad zancada (m/s)	-3,07	1,64	-1,87	0,08	-0,85	-0,37	-0,20	0,06	17,39
	Velocidad de paso - paso derecho (m/s)	0,34	1,23	0,12	0,28	-0,77	0,06	0,03	0,06	15,94
	Longitud del paso - paso derecho (m)	-3,49	4,25	-0,31	0,42	-0,71	-0,17	-0,09	0,08	12,50
	Longitud de zancada (m)	0,79	2,49	0,13	0,32	-0,66	0,07	0,03	0,06	15,47
5	(Constante)	29,56	3,82	7,74	0,00					
	Velocidad zancada (m/s)	-3,15	1,62	-1,95	0,06	-0,85	-0,39	-0,20	0,06	17,42
	Velocidad de paso - paso derecho (m/s)	1,13	1,35	0,39	0,41	-0,77	0,18	0,09	0,05	19,87
	Longitud del paso - paso derecho (m)	-6,45	4,75	-0,57	0,19	-0,71	-0,28	-0,14	0,06	16,12
	Longitud de zancada (m)	1,77	2,56	0,30	0,50	-0,66	0,15	0,07	0,06	16,92
	Tiempo total de contacto paso derecho (ms)	0,01	0,01	1,31	0,20	0,57	0,28	0,14	0,35	2,86

a. Variable dependiente: Marca 5000m (H:M:S)

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios					Durbin-Watson
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F	
1	,853 ^a	0,73	0,72	0,66	0,73	66,96	1,00	25,00	0,00	1,727
2	,853 ^b	0,73	0,71	0,68	0,00	0,00	1,00	24,00	0,99	
3	,865 ^c	0,75	0,72	0,67	0,02	1,81	1,00	23,00	0,19	
4	,865 ^d	0,75	0,70	0,68	0,00	0,10	1,00	22,00	0,75	
5	,875 ^e	0,77	0,71	0,67	0,02	1,72	1,00	21,00	0,20	

a. Predictores: (Constante), Velocidad zancada (m/s)

b. Predictores: (Constante), Velocidad zancada (m/s), Velocidad de paso - paso derecho (m/s)

c. Predictores: (Constante), Velocidad zancada (m/s), Velocidad de paso - paso derecho (m/s), Longitud del paso - paso derecho (m)

d. Predictores: (Constante), Velocidad zancada (m/s), Velocidad de paso - paso derecho (m/s), Longitud del paso - paso derecho (m), Longitud de zancada (m)

e. Predictores: (Constante), Velocidad zancada (m/s), Velocidad de paso - paso derecho (m/s), Longitud del paso - paso derecho (m), Longitud de zancada (m), Tiempo total de contacto paso derecho (ms)

f. Variable dependiente: Marca 5000m (H:M:S)

Los datos que se presentan en la tabla 4 indican que entre las variables cinemáticas independientes que se encontraron relacionadas con la marca, entre sí mismas tienen unas correlaciones medianas y significativas, hallazgos que indican colinealidad e invalidan una ecuación de regresión múltiple. El resumen del modelo indica que solo el modelo 1 explica el 72% de la varianza, y que las demás variables no incrementan el r^2 . De acuerdo con los coeficientes presentados en la misma tabla, el tiempo (min:00) de la

prueba de los 5000 se puede calcular de la siguiente manera: **T (min:00) = 32.74 + 3.15 * velocidad de la zancada (m/s) (r2 = 0.72; p:<0.00)**

Dado los objetivos del presente trabajo, se seleccionaron de las variables antropométricas y las cinemáticas las que presentaron los mejores resultados y se introdujeron en el programa para estimar una posible regresión múltiple. Los resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Estadísticos relacionados con la estructura de la regresión lineal múltiple para las variables cinemáticas, antropométricas y la marca.

Correlaciones				
		Marca 5000m (M:00)	Velocidad zancada (m/s)	Biiliaco (cm)
Correlación de Pearson	Marca 5000m (M:00)			
	Velocidad zancada (m/s)	-,853		-,577
	Biiliaco (cm)	,695	-,577	1,000
Sig. (unilateral)	Marca 5000m (M:00)		,000	,000
	Velocidad zancada (m/s)		,000	,001
	Biiliaco (cm)		,000	

Resumen del modelo ^a										
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios					Durbin-Watson
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F	
1	,853 ^a	0,73	0,72	0,66	0,73	66,96	1	25	0	
2	,889 ^b	0,79	0,77	0,60	0,06	7,06	1	24	0,014	2,304

- a. Predictores: (Constante), Velocidad zancada (m/s)
- b. Predictores: (Constante), Velocidad zancada (m/s), Biiliaco (cm)
- c. Variable dependiente: Marca 5000m (M:00)

Coeficientes ^a										
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	32,741	1,847		17,729	,000					
Velocidad zancada (m/s)	-3,148	,385	-,853	-8,183	,000	-,853	-,853	-,853	1,000	1,000
2 (Constante)	24,042	3,669		6,554	,000					
Velocidad zancada (m/s)	-2,501	,422	-,678	-5,920	,000	-,853	-,770	-,554	,668	1,498
Biiliaco (cm)	,214	,081	,304	2,658	,014	,695	,477	,249	,668	1,498

- a. Variable dependiente: Marca 5000m (Min:00)

En el cuadro 6. se observa que al correlacionar la variable diámetro bi-iliaco, velocidad de la zancada consigo mismas, estas correlaciones significativas moderada pero inversa (-0.577). En el resumen del modelo se destaca que el r² ajustado para la velocidad de la zancada es de 0.72 y al anexar la variable diámetro bi-iliaco se incrementa a 0.77 y su incremento es significativo. En los coeficientes se encuentra que la constante general es

de 24.02, el coeficiente para la velocidad de la zancada es de -2.50 y para el diámetro bi-ilíaco es de 0.214 de manera que la ecuación de regresión múltiple final es:

$$\text{Marca (min:00)} = 24.02 - 2.50 * \text{velocidad de la zancada (m/s)} + 0.214 * \text{diámetro bi-ilíaco (cm)}$$

Discusión

Lucia y col., (2006) documentaron las principales características físicas y fisiológicas de los corredores de fondo eritreos negros de élite ($n = 7$; edad: 22 ± 3 años) y los compararon con los de su raza blanca de élite homólogos españoles ($n = 9$; 24 ± 2 años). El índice de masa corporal ($18,9 \pm 1,5 \text{ kg.m}^{-2}$) y la circunferencia máxima de la pantorrilla ($30,9 \pm 1,5 \text{ cm}$) fue menor en los eritreos ($20,5 \pm 1,7 \text{ m}^{-2}$) ($p < 0,05$) que en los españoles. Estos autores sugieren que la excelente economía de funcionamiento de los eritreos estuvo asociada, al menos en parte, con variables antropométricas. En comparación de la muestra examinada en el presente estudio, la pantorrilla máxima promedio fue mayor que la de los eritreos (34.50 cm) así como también el IMC (21.1). En el trabajo de Rodríguez y Bolaños (2012) no establecen la marca promedio, pero fueron atletas que corrían distancias largas y tenían un promedio de 22 ± 3 años, lo que podría en parte explicar las diferencias; de la misma manera, no establecieron la correlación con la marca. En el presente estudio el perímetro de la pantorrilla ($34.6 \pm 2.0 \text{ cm}$) fue muy similar al estudio de Lucía y col (2006) además estuvo entre las variables que presentaron una correlación significativa mayor a 0.5 (0.56) así como también el IMC ($21.3 \pm 2 \text{ m}$) muy similar al estudio de Lucía, y col, 2006) con un r de 0.59.

Existe una discusión en cuanto a que, si se tienen extremidades inferiores largas, se pueden relacionar con una mejor economía y eficiencia en el movimiento. De acuerdo con Lucia, y otros (2006), la relación es más con la masa y su distribución cerca al eje rotacional inferior (cadera). En el presente estudio se midieron las longitudes del muslo, la pierna y el miembro inferior y al correlacionarlas con la marca, los valores no fueron significativos (no aparecen en la tabla 1 porque no presentaron distribución normal pero

el r de Spearman fue inferior a 0.25 y no fue significativo). De acuerdo a ello, no se puede afirmar que la longitud de las extremidades se relacione con el rendimiento.

Kong y Heer, (2008) analizaron seis corredores de fondo (entre 3.000 y 10.000m) keniatas de élite jóvenes (22 ± 1.8 años; 63.0 ± 7.3 Kg; 1.77 ± 0.06 m) para entender su éxito en pruebas de fondo en atletismo. Para esto, analizaron sus características antropométricas, las de zancada (frecuencia de zancada, la longitud relativa de zancada y el tiempo de contacto con el suelo a cinco velocidades de carrera (entre $3.5 - 5.4$ m·s⁻¹)) y de su fuerza. Estos corredores se caracterizaron por un bajo índice de masa corporal (20.1 ± 1.8 kg·m⁻²), un bajo porcentaje de grasa corporal ($5.1 \pm 1.6\%$) y una circunferencia de pantorrilla pequeña (34.5 ± 2.3 cm). En todas las velocidades de carrera, el tiempo de toma de contacto con el suelo del pie derecho fue más breve ($p < 0.05$) ($170 - 212$ ms) en comparación con el pie izquierdo ($177 - 220$ ms), a pesar de que se midieron en una banda sinfín en la cual las curvas no alteran la mecánica del paso. Los citados autores asumen que el bajo momento de inercia de las delgadas extremidades de estos corredores contribuirían de manera positiva al rendimiento. En el presente estudio, a semejanza del trabajo de Kong y col., (2008), la variable longitud de la zancada si se correlacionó con el tiempo de la prueba y con el tiempo de vuelo del pie derecho, pero el tiempo de contacto no presentó correlación significativa, ni la variable frecuencia de zancada (3.06 ± 0.2 ; 2.97 ± 0.14). Las posibles explicaciones para las semejanzas radican en la similitud en la talla y la masa muscular. Las diferencias radican en el hecho de que el estudio de Kong y col., estudió varios tipos de distancia de carrera, mientras que en el presente estudio solo se estudiaron en la prueba de 5000.

El estudio de Sánchez y col., (2020) encontró diferencias entre la composición corporal de los corredores de media y larga distancia. Al comparar los de larga distancia (5000m) con los del presente estudio, tampoco se encontraron diferencias antropométricas significativas a pesar de que sus marcas si fueron diferentes (14:49 vs 17:67, respectivamente). Es de destacar que la edad del grupo de Sánchez fue de 18.4 ± 2.0 años, y una talla de 1.74 ± 0.47 m, mientras que el presente grupo tuvo 30.2 ± 1.25 años y 1.70 ± 0.06 m, lo que hace del grupo estudiado fuese más viejo y más bajo. De estos

estudios se puede establecer que las variables antropométricas no son un buen predictor de la marca.

En lo referente al somatotipo, se encuentran estudios como el de Mañana y col., (2017) quienes estudiaron a atletas uruguayos de nivel internacional (con una marca promedio en los 5000m de 14:43 min) y encontraron un somatotipo promedio de 1,1-3,7-3,8 (Ectomorfo Mesomórfico); el estudio de Sánchez y col., (2020) en 34 atletas españoles (con una marca promedio en 5000 m de 14:49.3 min) encontraron un somatotipo 1.7-3.8-3.9 (Ectomorfo Mesomórfico), donde resalta por sus valores bajos la endomorfia. En el presente estudio se encontró un somatotipo medio de 2.4-4.5-3.1 (Mesomorfo, Ectomórfico) con un promedio de carrera de 17:67 min. De los tres grupos, el analizado en el presente trabajo fue el más lento, destacándose además que tiene la mayor endomorfia de los tres. Es posible que sea esta mayor proporción endomórfica la que explique el mayor tiempo en la prueba, pues al final es un lastre para el atleta que solo contribuye a incrementar el gasto energético.

La variable velocidad de zancada (VZ) explicó el 70% de la variación y el diámetro bi-ilíaco (DBI), tan solo del 6%. En la siguiente tabla se presenta la conversión de estas variables a la variable lugar que los sujetos ocuparon en cada una de ellas. Así, el sujeto que presentó la mayor velocidad de zancada obtuvo el primer puesto y el de menor velocidad, el último; por el contrario, el sujeto que tuvo el menor diámetro bi-ilíaco obtuvo el primer puesto y el de mayor diámetro, el último. Como se puede apreciar, no se cumple de manera absoluta el puesto en la prueba con el puesto en el DBI y la VZ. Al multiplicar estas dos variables y ordenar los sujetos por este producto, el puesto se acerca más al resultado de la prueba.

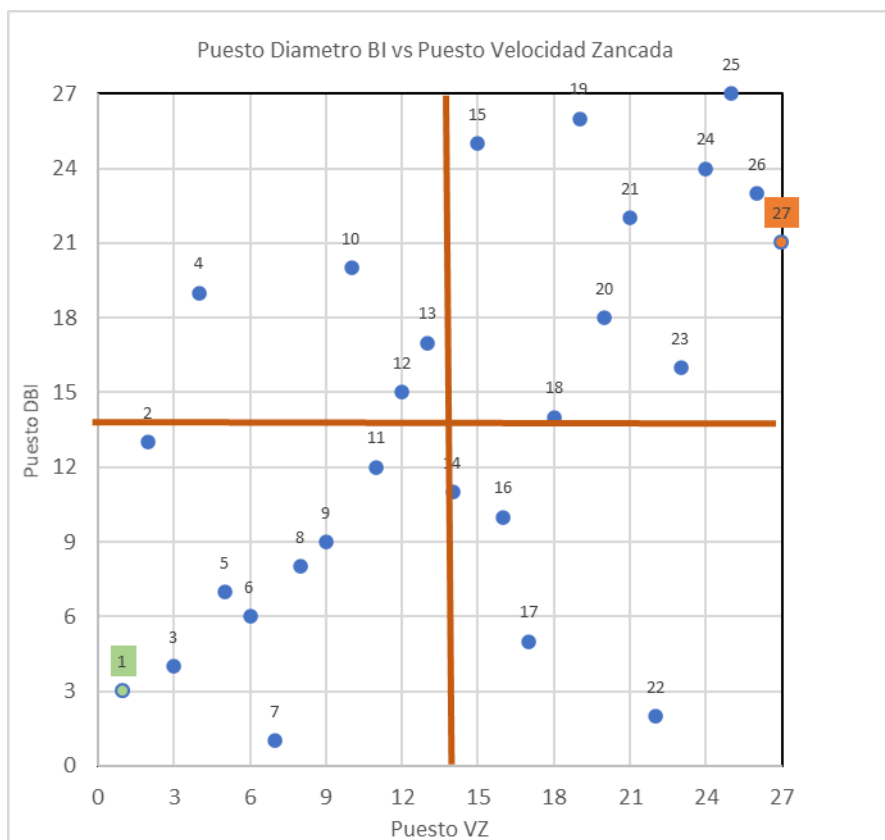
Cuadro 7.

Puesto	Marca (m/s)	Diámetro Bi-ilíaco (cm)	Puesto DBI	Velocidad Zancada (m/s)	Puesto VZ	DBI * VZ	Puesto (DBI * VZ)
1	15,9	22,9	1	5,27	3	3	1
2	16,0	24,2	3	5,23	4	12	3
3	16,1	24,6	7	5,34	1	7	2
4	16,2	24,7	9	4,97	9	81	10
5	16,2	27,0	17	5,19	5	85	11
6	16,2	24,5	6	5,17	6	36	6

7	16,9	24,1	2	4,78	13	26	4
8	17,0	24,7	8	5,03	8	64	8
9	17,0	24,4	5	5,12	7	35	5
10	17,1	25,9	14	4,89	11	154	13
11	17,2	27,5	18	4,75	14	252	18
12	17,3	25,0	11	4,89	12	132	12
13	17,5	26,3	15	4,36	25	375	21
14	17,5	26,6	16	4,90	10	160	14
15	17,7	24,2	4	4,62	19	76	9
16	17,9	28,1	23	4,69	16	368	20
17	17,9	28,1	22	5,29	2	44	7
18	17,9	25,6	13	4,69	17	221	17
19	18,1	27,8	20	4,63	18	360	19
20	18,3	24,9	10	4,55	20	200	16
21	18,4	25,5	12	4,75	15	180	15
22	18,4	29,7	27	4,47	21	567	24
23	19,1	28,0	21	4,47	22	462	22
24	19,3	28,2	26	4,38	23	598	26
25	19,9	28,1	24	4,38	24	576	25
26	19,9	27,7	19	4,26	26	494	23
27	20,4	28,1	25	4,22	27	675	27

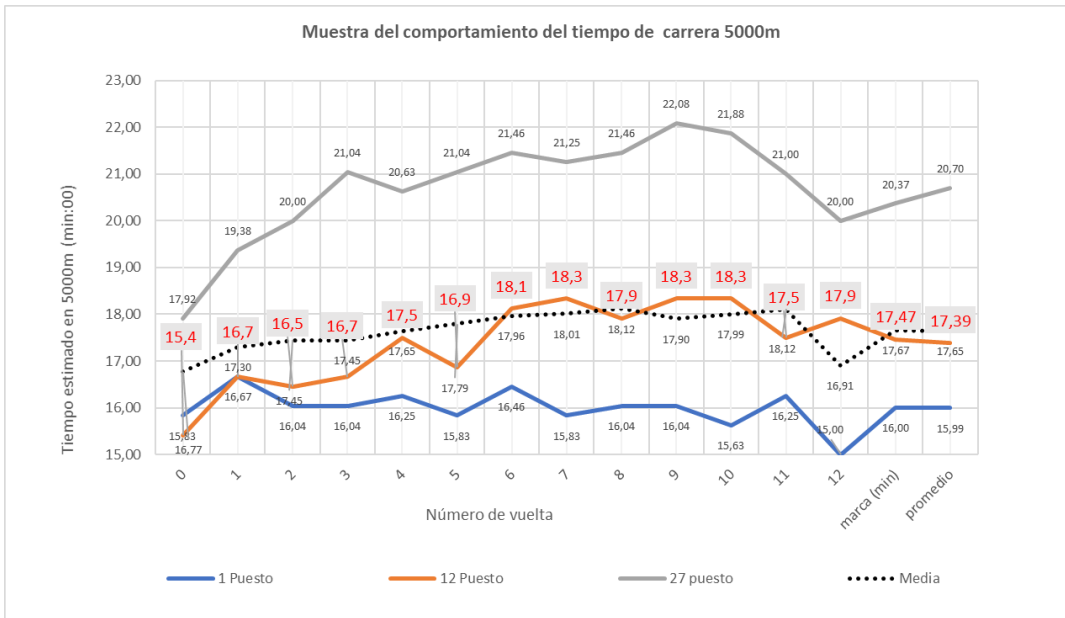
En el gráfico 1 se presenta un gráfico de dispersión entre los puestos de los sujetos de acuerdo al Diámetro Bi-Iliaco (eje Y) y la velocidad de la zancada (eje X). En este gráfico, al dividir en dos partes cada uno de los ejes se encuentran cuatro cuadrantes: **a) El superior izquierdo** (sujetos con 15 últimos puestos en DBI y primeros 15 puestos en velocidad de zancada), **b) inferior izquierdo** (sujetos con primeros 15 puestos en DBI y primeros 15 puestos en velocidad de zancada), **c) superior derecho** (sujetos con últimos 15 puestos en DBI y últimos 15 puestos en velocidad de zancada), **d) inferior derecho** (sujetos con primeros 15 puestos en DBI y últimos 15 puestos en velocidad de zancada). De acuerdo a este gráfico, los sujetos del cuadrante inferior izquierdo ocuparon los primeros 10 puestos (mas VZ y menos DBI); los sujetos del cuadrante superior izquierdo ocuparon puestos entre 2 y 13 (mas VZ y más DBI); los sujetos del cuadrante superior derecho ocuparon puestos entre 15 y 27 (menos VZ y menos DBI); y finalmente, los sujetos del cuadrante inferior derecho ocuparon puestos entre 14 y 22 (mas VZ y menos DBI). En orden de importancia: 1) más VZ y menos DBI, 2) más VZ y más DBI, 3) más VZ y menos DBI, 4) menos VZ y más DBI. De acuerdo a estos datos, las variables seleccionadas en la regresión ordenan adecuadamente los sujetos.

Gráfico 1. Gráfico de dispersión utilizando los puestos obtenidos por los corredores en la Velocidad de Zancada (VZ) y Diámetro Bi-Iliaco.



Con respecto a la variable de velocidad de carrera se debe precisar lo siguiente. Todos los sujetos corrieron la prueba de 5000m y a todos se les filmó un tramo de 4 metros en el sitio de llegada de manera que para cada uno se obtuvieron 13 micro videos de la prueba. La selección del micro video para analizar los variables cinemáticas de los sujetos se realizó a partir de obtener los tiempos de carrera de cada una de las 12 vueltas de 400 metros y el inicio de 200 metros, así como el tiempo de cada tramo; con estos datos se determinó la velocidad media de cada tramo y seguidamente el tiempo que emplearía en la prueba si continuaba corriendo a dicha velocidad. El criterio fundamental fue el de que la velocidad del tramo de 400 o 200 fuese los más cercano posible (98 – 102%) al tiempo obtenido en la prueba. En el gráfico 2 se presentan los tiempos del más rápido, el más lento, el del puesto 12 y la media del grupo, en cada una de las vueltas.

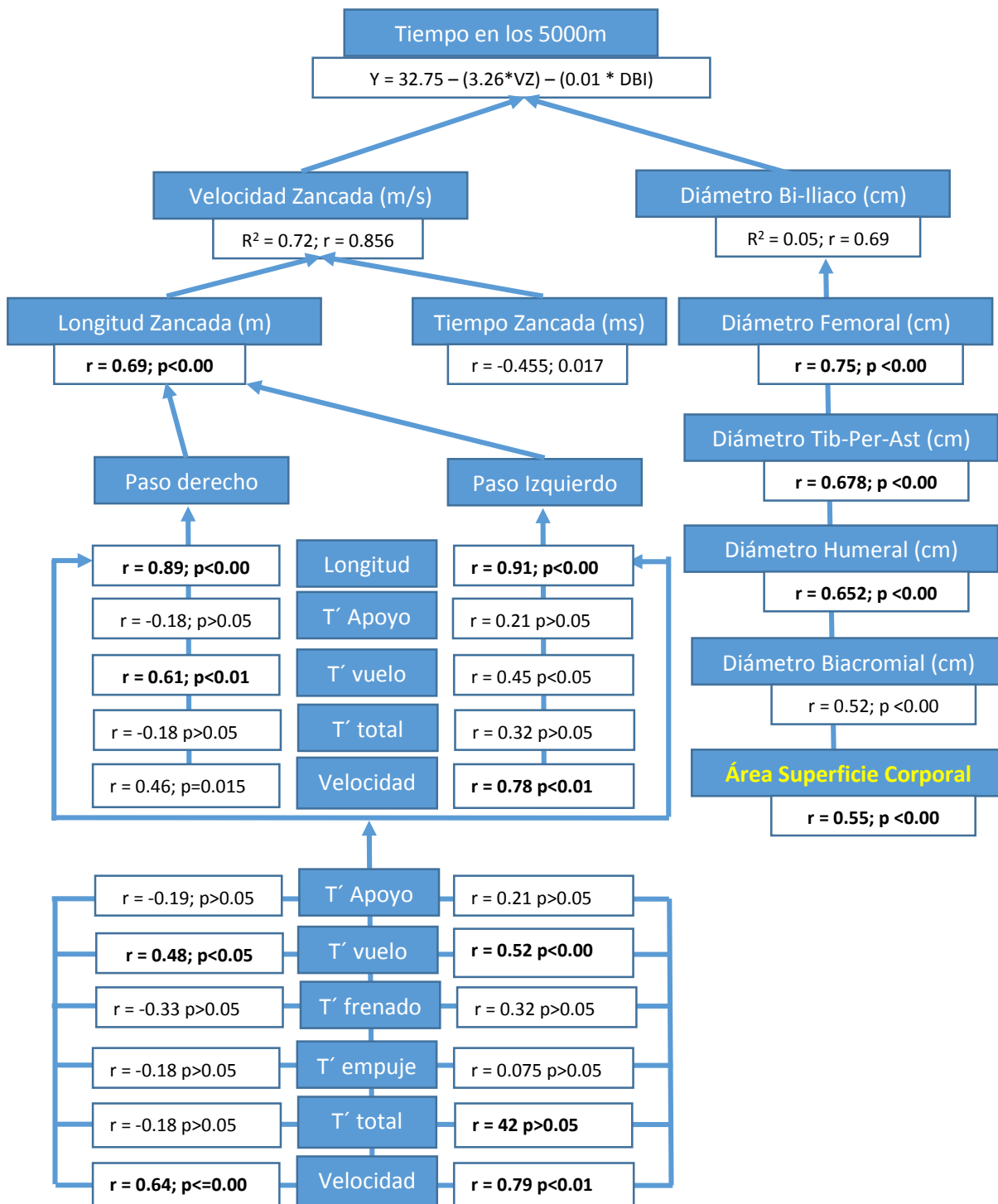
Gráfico 2. Representación de los tiempos promedios de cada tramo de 400m, para el corredor más rápido, el intermedio, el último y el promedio.



Del gráfico 2 se puede destacar el sujeto 1 quien realizó la mayor parte de la prueba a un ritmo similar, factor que motivó la decisión de tomar el tiempo medio a la marca como criterio para seleccionar el video; en este caso el tiempo para los 5000m fue de 16:00 por lo que seleccionó el micro video de la vuelta 8. El sujeto del 12 puesto (muy similar a la media del grupo) inició corriendo rápido y su velocidad fue disminuyendo a medida que transcurrió la prueba; su tiempo en 5000m fue 17.65 por lo que se escogió el video de la vuelta 4. Finalmente, el sujeto del puesto 27 no mantuvo ningún ritmo de carrera; su tiempo fue de 20.37 por lo que se escogió la vuelta 2. Idealmente se deberían haber tomado todas las vueltas y tomar el promedio, pero la circunstancia de emplear videografía, que implica mucho tiempo en el proceso, restringió el análisis a solo un video por sujeto. De acuerdo a esta precisión, los resultados se deben interpretar como si los sujetos corrieran toda la distancia a una velocidad media muy similar o constante.

Por otra parte, la velocidad es igual a espacio recorrido sobre tiempo empleado, por lo que se tomó la longitud de la zancada y el tiempo de esta, y se correlacionaron. Los resultados se muestran en la tabla 6.

Cuadro 8. Correlaciones internas con las variables Velocidad de Zancada y Diámetro Bi-Iliaco.



La r de Pearson para la longitud de la zancada mostró un valor de 0.689 ($p < 0.000$) y con el tiempo, un r de 0.455 ($p = 0.17$), respectivamente (Tabla 6). Es decir que, aunque la velocidad de zancada se correlacionó con el tiempo de la prueba, a su vez, la longitud de la zancada se correlacionó muy bien con la velocidad de zancada, pero no con el tiempo de la zancada. En términos prácticos, es más importante lograr una mayor zancada que hacerlo rápido. Continuando con esta misma lógica, se tomaron los valores de la longitud y tiempo de la zancada y se correlacionaron con la estructura del paso derecho e izquierdo. Para el paso derecho, la correlación fue de 0.89 ($p < 0.00$) para la longitud, de 0.613 ($p < 0.00$) para el tiempo de vuelo y de 0.463 ($p < 0.05$) para la velocidad. Para el paso izquierdo, para la longitud la correlación fue de 0.91 ($p < 0.00$), para el tiempo de vuelo de 0.451 ($p < 0.00$) y para la velocidad de 0.44 ($p < 0.05$). Para el paso izquierdo, la correlación fue de 0.91 ($p < 0.00$) para la longitud, de 0.77 ($p < 0.00$) para el tiempo de vuelo y de 0.463 ($p < 0.05$). Para el paso izquierdo, para la longitud la correlación fue de 0.91 ($p < 0.00$), de 0.451 ($p < 0.00$) para el tiempo de vuelo y de 0.44 ($p < 0.05$). Para destacar, la gran correlación de la velocidad de la zancada con las longitudes del paso derecho e izquierdo, hechos que se encuentran en los trabajos de Williams & Cavanagh (1987); Folland, Allen, Black, Handsaker y Forrester (2017). En lo relacionado con la ausencia, no se encontró la relación entre la velocidad y la longitud con el tiempo de contacto, aunque en algunos trabajos se destacan (Kyrolainen, Belli, y Komi, 2001; Nummela, Keranen, y Mikkelsen, 2007). Al realizar correlaciones con los componentes del paso derecho e izquierdo (LPD, LPI), se encontró que tan solo se relacionaron con el tiempo de vuelo (TV), aunque la correlación no fue muy fuerte (LPD-TV = 0.478 ($p = 0.12$); LPI-TV $r = 0.629$ ($p < 0.000$)), destacándose la gran correlación para el paso izquierdo. A su vez, el tiempo de vuelo depende de la velocidad de despegue del miembro inferior, variable que no se calculó. El trabajo de Folland y col. (2017) encontró que la oscilación vertical de la pelvis, el ángulo de la rodilla y la velocidad horizontal de pelvis explicaron el 32% del costo energético de atletas de rendimiento. En el presente trabajo se midió el ángulo de la rodilla tanto al inicio, en el intermedio y al final de la fase de contacto, pero no se encontró relación alguna con la marca.

En términos mecánicos, la longitud del paso derecho (despegue del derecho y apoyo del izquierdo) dependerá del cambio de posición angular del miembro inferior derecho al

momento de la salida y de la posición angular del miembro inferior izquierdo al momento de hacer contacto de nuevo con el piso; para el paso izquierdo aplica lo contrario. En la tabla 3 se presentan los promedios de las posiciones. Se puede apreciar que el ángulo de despegue del miembro inferior derecho (señalado con línea puntada, en azul) fue de $117\pm 5^\circ$ mientras que el del apoyo del izquierdo fue de $76^\circ\pm 8^\circ$, con una variación de 41° mientras que, para el paso izquierdo, los valores respectivos fueron muy similares con un rango de 41° . Es de hacer notar que la mayor variación se presentó en la variación del apoyo del pie, también de destacar, la correlación entre el ángulo del pie izquierdo en el momento del apoyo y del despegue que, aunque no fue muy significativo, en el pie derecho no se encontró. Es posible que el pie izquierdo, por ser el que va a estar siempre por el interior de la pista, sea el que mayor control tiene del apoyo.

En el lado derecho del cuadro 8, se presenta de manera semejante la cascada de correlaciones para el diámetro Bi-Iliaco. A diferencia de las variables biomecánicas, en las variables antropométricas no existe causa-efecto. Se tomaron todos los diámetros que se midieron y se correlacionaron con el DBI. Como resultado se encontró que la mayoría de los diámetros se correlacionaron con el DBI, de manera que se pensó en otra variable que pudiese agruparlas y se llegó a la variable Área de Superficie Corporal (ASC) que en su conjunto indicarían la resistencia que les hace el aire al desplazamiento. Para tal efecto se empleó la fórmula de Mosteller (1987) $((\text{peso (kg)} \cdot \text{talla (cm)}) / 3600)^{0.5}$. Los resultados fueron: $1.71\pm 0.13\text{m}^2$ (media \pm DS), con un mínimo de 1.50m^2 y un máximo de 2.01m^2 . Al correlacionar esta variable con la marca, el resultado fue un $r=0.552$ ($p<0.00$). Se encuentra entonces que entre más ASC, más tiempo en la prueba, o que, a mayor área de contacto con el fluido aire, contacto que dificulta más el desplazamiento pues $R = \frac{1}{2} (\rho \cdot V^2 \cdot A \cdot C_d)$ donde ρ es la densidad del fluido; V es la velocidad del fluido; A es el área frontal de contacto y C_d es el coeficiente de fricción (Burbano, Burbano y Gracia, (2008). De acuerdo a la ecuación, la resistencia es directamente proporcional al área de contacto, pero la velocidad del desplazamiento es un factor cuadrático, por lo que, desde el punto de vista de dinámica de fluidos, la velocidad de desplazamiento es el factor más determinante en la resistencia.

En resumen, se encontró un factor cinemático (muy relevante) que fue la velocidad de zancada y uno antropométrico (no muy relevante pero complementario) que fue el Diámetro Bi-Iliáco, los cuales fueron el resultado final de la regresión múltiple. La velocidad de zancada a su vez estuvo muy relacionada con la longitud de la zancada ($r=0.69$). Al relacionar ésta con la estructura de los pasos derecho e izquierdo, se encontró una buena correlación con la longitud de ambos pasos y con la velocidad del paso izquierdo ($r=0.78$). Al correlacionar la longitud de cada uno de los pasos, se encontró una buena correlación con la velocidad de estos ($r=0.64$ y 0.79). Por su parte, el DBI se correlacionó con los demás diámetros medidos y se encontró buenas correlaciones. Se dedujo que era posible que todas estas variables se pudiesen resumir en la variable ASC, encontrándose un r de 0.55 , que, aunque se correlacionó significativamente, no lo fue más que el DBI.

Conclusiones

1. De 71 variables antropométricas medidas, se encontraron 9 que se correlacionaron significativamente con la marca en los 5000m.
2. Las correlaciones, en orden mayor a menor fueron las siguientes: (a) el diámetro bi-ilíaco (0.69 ; 0.00), (b) perímetro de la cadera (0.63 ; 0.00), (c) el pliegue del tríceps (0.62 ; 0.00), (d) el perímetro de la cintura (0.60 , 0.00), (e) el valor de la endomorfia (0.59 ; 0.00), (f) la masa corporal (0.59 ; 0.00), (g) la masa muscular con la fórmula de Martin, (1990) (0.58 ; 0.00), (h) el perímetro de la pantorrilla (0.56 ; 0.00), y (i) el índice de Quetelet (0.55 ; 0.00).
3. La ecuación de regresión múltiple que agrupó estas variables fue: **Tiempo 5000m (min:00) = 4.87 + 0.49 * diámetro bi-ilíaco (cm).**
4. De 86 variables cinemáticas medidas se encontraron 9 variables que se correlacionaron con el tiempo en la prueba de 5000.
5. Las correlaciones, en orden mayor a menor fueron las siguientes: a) la velocidad de la zancada (4.78 m/s; $r=-0.856$; $p=0.00$), b) la velocidad del paso derecho (4.88 m/s; $r=-0.766$; $p=0.00$), c) la velocidad del paso izquierdo (4.70 m/s; $r=-0.72$; $p=0.00$), d) la longitud del paso derecho (1.60 m/s; $r=-0.706$; $p=0.00$), e) la longitud de la zancada

(3.18m; $r=-0.66$; $p=0.00$), f) el tiempo de contacto del pie derecho (0.194s; $r=-0.57$; $p=0.00$), y g) la longitud del paso izquierdo (1.58 m; $r=-0.50$; $p=0.00$).

6. La ecuación que resume las variables cinemáticas fue: **Tiempo 5000m (min:00) = 32.74 - 3.15 * velocidad de la zancada (m/s) ($r^2 = 0.72$; $p:<0.00$)**
7. Al unir las variables antropométricas con las cinemáticas, se encontró la siguiente ecuación de regresión múltiple: **Tiempo 5000m (min:00) = 24.02 - 2.50 * velocidad de la zancada (m/s) + 0.214 * diámetro bi-ilíaco (cm)**

Referencias Bibliográficas

- Burbano, S., Burbano, e., y Gracias, C. (2003). Física General. 32 ed. Tébar: Madrid.
- Canda, A. (2012). Variables antropométricas de la población deportista española. . *CONSEJO SUPERIOR DE DEPORTES. Madrid. .*
- Carter, J. E. (1990). Somatotyping – development and applications. . *Cambridge University Press*, p. p. 502.
- Cohen, J. (2010). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. . Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Conejero, J. S., Granados, C., Irazustra, J., Bidaurrezaga, I., Zabala, J., Tam, N., & Gil, S. M. (2014). Influence of the biomechanical variables of the Gait cycle un running economy. *Revista Internacional Ciencias del Deporte*, 95-108.
- Folland, J. P., Sam J. y Allen, M. I. (2017). Running Technique is an Important Component of Running Economy and Performance. *US National Library of Medicine - National Institutes of Health*, 49(7): 1412–1423.
- Foster, C., & Lucia, A. (2007). Running economy: the forgotten factor in elite performance. *Sports Medicine*, 37 (4-5), 316-319.
- Hobara, H., Sato, T., Sakaguchi, M., Sato, T., & Nakawaza, K. (2012). Step frequency and lower extremity loading during running. *International Journal of Sports Medicine*, 33(4):310-3.
- Knechtle, B., Knechtle, P., & Rosemann, T. (2010). Race performance in male mountain ultra-marathoners: anthropometry or training. *Perceptual and Motor Skills*, 110 (3 Pt 1), 721-735.
- Kong, P., & Heer, H. (2008). Características Antropométricas, de la zancada y de la fuerza en corredores keniatas de fondo. *Journal of Sports Science and Medicine*. 7: 499 - 504. *PubliCE:0.*, <https://g-se.com/características-antropometricas-de-la-zancada-y-de-la-fuerza-en-corredores-keniatas-de-fondo-1194-sa-v57cfb271d4aa3>.
- Kyrolainen, H., Belli, A., & Komi, P. V. (2001). Biomechanical factors affecting running economy. . *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 1330-1337.
- Lucia, A., Esteve-Lanao, Olivan, J., Gomez-Gallego, F., San Juan, A. F., Santiago, C., . . . Foster, C. (2006). Physiological characteristics of the best Eritrean runners-exceptional running economy. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31 (5), 530-540.
- Mañana, M., & Magallanes, C. (2017). Perfil antropométrico y de rendimiento de corredores de fondo uruguayos de élite. *Revista Universitaria de la Educación*

Física y el Deporte, 10(10):38-47. ISSN 1688-4949 DOI:
<http://dx.oai.org/10.2897/ruefd.voi10.110>.

- Martin, A. D. (1990). "Anthropometric Estimation Of Muscle Mass In Men". . *Medicine and Science in Sport and Exercise* , 22, (5), pp. 729-733.
- Martínez_González, M.A., Sánchez_Villegas, A., y Faulin, F.J. (2006). Bioestadística amigable. 2ed. Díaz de Santos, España. Cap 13: Aspectos avanzados de regresión múltiple. pp:753-775.
- McCann, D. J., & Higginson, B. K. (2008). Training to maximize economy of motion in running gait. *Curret Sports Medicine Reports*, 7 (3), 158-162.
- Mosteller RD. (1987). Simplified calculation of body-surface area. *N Engl J Med*; 317:1098. PMID 3657876.
- Nummela, A., Keranen, T., & Mikkelsen, L. O. (2007). Factors related to top running speed and economy. *International Journal of Sports Medicine*, 28(8), 655-661.
- Ogueta-Alday, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., & García-López, J. (2013). Variables antropométricas, fisiológicas y biomecánicas determinantes del rendimiento en corredores de media maratón. *Biomecánica*, 21(1), 20-29.
- Rodríguez, P. A., & Bolaños, M. M. (2012). Caracterización antropométrica de atletas fondistas de la universidad del valle. *Instituto de educación y pedagogía área de educación física y deportes Santiago de Cali*.
- Sánchez, C., Muros, J. J., López, O., & Zabala, M. (2020). Anthropometric characteristic, body composition and Somatotype of elite male young runners. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 17:674. DOI: 10.3390/ijerph17020674.
- Storen, O., Helgerud, J., & Hoff, J. (2011). Running stride peak forces inversely determines running economy in elite runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 117-123.
- Tawa, N., & Quinette, L. (2017). Biomechanical Factors Associated with Running Economy and Performance of Elite Kenyan Distance Runners: A Systematic Review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, vol 22, No. 1, pp. 1-10.
- Vernillo, G.; Schena, F.; Berardelli, C.; Rosa, G.; Galvani, C.; Maggioni, M.; Agnello, L.; La Torre, A. (2013). Anthropometric characteristics of top-class Kenyan marathon runners. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 53, 403–408.
- Williams, K. R., & Cavanagh, P. R. (1987). Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *Journal of Applied Physiology*, 63(3).