

Relación entre composición corporal y desempeño físico en triatletas aficionados de media distancia

Relationship between body composition and physical performance in amateur middle-distance triathletes

Ana María Manrique Lenis¹✉, Diego Camilo García-Chaves^{1*}✉, Luisa Fernanda Corredor-Serrano¹✉, Shamyry Aly Forero¹✉, Santiago Adolfo Arboleda-Franco²✉

¹ Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia.

² Universidad del Valle. Colombia.

RESUMEN

La composición corporal del triatleta puede influir en factores como la eficiencia energética, el umbral láctico y el consumo máximo de oxígeno, afectando el desempeño físico en la prueba; sin embargo, ese grado de relación no está suficientemente documentado. Objetivo: Determinar la relación entre composición corporal y desempeño físico en triatletas de media distancia de nivel aficionado. Metodología: se evaluaron 16 triatletas masculinos (edad $37,3 \pm 4,9$ años, peso $69,2 \pm 13,8$ kg, talla $170,7 \pm 10,7$ cm) registrándose medidas antropométricas básicas, longitudes segmentales, pliegues y perímetros, y se determinó la composición corporal. El desempeño físico se evaluó mediante fuerza explosiva con la altura, la potencia en los saltos *Squat Jump* (SJ) y contramovimiento (CMJ) y específicamente con las pruebas: 400 m de natación, test de potencia funcional en ciclismo (FTP) y 3000 m de carrera a pie. Se hizo un análisis descriptivo y se correlacionaron entre sí todas las variables. Resultados: El ritmo por 100 m en natación tuvo correlaciones significativas con la envergadura ($r = -0,511$; $p = 0,043$), la longitud del antebrazo ($r = -0,619$; $p = 0,010$) y la masa muscular ($r = -0,619$; $p = 0,010$). Esta última, también correlacionó con un mejor ritmo por kilómetro en la carrera a pie ($r = -0,534$; $p = 0,033$). El FTP en ciclismo correlacionó con los saltos CMJ ($r = 0,689$; $p = 0,003$), SJ ($r = 0,570$; $p = 0,021$) y con el porcentaje de grasa ($r = -0,711$; $p = 0,002$). Conclusión: la relación entre composición corporal y rendimiento físico en los triatletas estudiados, se manifiesta diferenciadamente según cada prueba específica, revelando la importancia de la masa muscular en el ritmo de carrera en natación y a pie y la grasa en la potencia funcional en ciclismo.

Palabras clave: Triatlón, rendimiento, fuerza explosiva, masa muscular.

ABSTRACT

The triathlete's body composition can influence factors such as energy efficiency, lactic threshold and maximum oxygen consumption, affecting physical performance in the test; however, this degree of relationship is not sufficiently documented. Objective: To determine the relationship between body composition and physical performance in amateur middle-distance triathletes. Methodology: 16 male triathle-

tes (age 37.3 ± 4.9 years, weight 69.2 ± 13.8 kg, height 170.7 ± 10.7 cm) were evaluated, recording basic anthropometric measurements, segmental lengths, skinfolds and perimeters, and determining body composition. Physical performance was assessed by explosive strength with height, power in the squat jump (SJ) and countermovement (CMJ), specifically with the tests: 400 m swimming, functional power test in cycling (FTP) and 3000 m running. A descriptive analysis was performed and all variables were correlated with each other. Results: The pace per 100 m in swimming had significant correlations with the wingspan ($r = -0.511$; $p = 0.043$), the forearm length ($r = -0.619$; $p = 0.010$) and the muscle mass ($r = -0.619$; $p = 0.010$). The latter also correlated with a better pace per kilometer in the run ($r = -0.534$; $p = 0.033$). The FTP in cycling correlated with the CMJ jumps ($r = 0.689$; $p = 0.003$), SJ ($r = 0.570$; $p = 0.021$) and with the percentage of fat ($r = -0.711$; $p = 0.002$). Conclusion: The relationship between body composition and physical performance in the triathletes studied, is manifested differently according to each specific test, revealing the importance of muscle mass in the pace of swimming and running and fat in functional power in cycling.

Palabras clave: Triathlon, performance, explosive strength, muscle mass.

INTRODUCCIÓN

El triatlón en las tres disciplinas que lo constituyen y según la distancia en que se compite, tiene características específicas que establecen necesidades fisiológicas, morfológicas y psicológicas en los deportistas (Cejuela *et al.*, 2007). En las competiciones de media distancia se han identificado como variables determinantes para el rendimiento el VO_{2max} , umbral láctico y la eficiencia energética (Millet *et al.*, 2014; Sleivert y Rowlands, 1996) y se han reconocido las demandas de fuerza durante los largos recorridos de competencia (Aurell-Badenas *et al.*, 2020). Por su parte, la composición corporal influye en la eficiencia energética, pues niveles adecuados de masa muscular no solo favorecen la fuerza, sino que su adecuada funcionalidad influye en el metabolismo energético (Saunders *et al.*, 2004); por su parte, un óptimo porcentaje de grasa corporal permite mayor eficiencia del movimiento (Torres Navarro *et al.*, 2016), además de asegurar

*Autor para correspondencia: Diego Camilo García-Chaves

Correo-e: diego.garcia@endeporte.edu.co

Recibido: 6 de Marzo de 2024

Aceptado: 16 de Agosto de 2024

Publicado: 17 de septiembre de 2024

reservas energéticas (Vivas, 2019). Otras características morfológicas como diámetros, longitudes o perímetros pueden relacionarse con mayor ventaja mecánica en cada una de las disciplinas (Canda *et al.*, 2014; Cuba y García-García, 2014; Ferriz-Valero *et al.*, 2019; Landers *et al.*, 2013).

Varios estudios relativos al triatlón que han incluido deportistas aficionados y élite, son caracterizaciones (Ortiz *et al.*, 2022; Sanhueza *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2012) y aquellos realizados con deportistas de altos logros destacan por la poca cantidad de sujetos o son estudios de caso (Barbosa *et al.*, 2023; Restrepo y Avella, 2018). Se ha determinado que el componente graso tiene una relación inversamente proporcional con el rendimiento deportivo en ciclismo y atletismo (Knechtle *et al.*, 2011; van der Zwaard *et al.*, 2019), así como también, la longitud de los segmentos corporales marca la diferencia en el rendimiento físico principalmente de natación (Beretic *et al.*, 2023; Lätt, 2010) prevaleciendo un mejor rendimiento con segmentos corporales más largos, así como también, se establece que el CMJ es una variable que permite hacer seguimiento al rendimiento físico en diferentes disciplinas deportivas (Aurell-Badenas *et al.*, 2020; Fuentes-Barria *et al.*, 2020).

Pocos estudios han establecido correlaciones entre variables de rendimiento físico específico en triatlón y las antropométricas, entre ellas la composición corporal (Ferriz-Valero *et al.*, 2019; Rivas *et al.*, 2015) valorando en su conjunto las tres pruebas que constituyen esta disciplina. Se han investigado independientemente pruebas de natación y ciclismo de ruta en triatletas encontrándose que se requiere exigencias específicas para cada deporte, de acuerdo a su nivel, categoría y experiencia competitiva (Casas *et al.*, 2017; Lätt, 2010; Niño y Leguizamo, 2020; Torres, 2020). Son menos los estudios que han correlacionado variables de composición corporal con el desempeño físico en el conjunto de las tres pruebas en deportistas de nivel amateur (Sanhueza *et al.*, 2017). De igual manera, se encuentran pocas correlaciones entre el rendimiento físico específico en triatlón y la fuerza explosiva (Coso *et al.*, 2012; Robert *et al.*, 2020).

Toda vez que las demandas fisiológicas en cada una de las pruebas que conforman las carreras de triatlón (natación, ciclismo y carrera a pie) son específicas y más aún, en función del tipo de prueba (corta, media o larga), se considera que todavía falta más entendimiento sobre cómo se relacionan las variables de composición corporal con las de rendimiento físico específico en triatletas de media distancia. Esclarecer este aspecto es importante por la posibilidad de determinar parámetros que permitan direccionar los procesos deportivos de estas categorías para la mejora continua y la consecución de resultados. Con todo lo anterior, este estudio se propuso como objetivo determinar la relación entre composición corporal y desempeño físico en triatletas de media distancia de nivel aficionado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque de esta investigación es cuantitativo con un diseño no experimental, transversal y de alcance correlacional.

Participantes

Fueron evaluados 16 hombres entrenados en triatlón de media distancia (edad $37,3 \pm 4,9$ a, peso $69,2 \pm 13,8$ kg, talla $170,7 \pm 10,7$ cm), competidores en la categoría grupos por edad y pertenecientes a un club de triatlón regional de nivel aficionado. Todos debían tener mínimo un año de experiencia en la práctica de triatlón y estar activos en el proceso de entrenamiento; fueron captados por medio de un muestreo no aleatorio y por conveniencia.

Todos los participantes fueron previamente informados del objetivo de la investigación, incluyendo procedimientos, riesgos y beneficios, aprobando voluntariamente su participación mediante consentimiento informado. La protección de datos se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki, actualizada en 2013 en Fortaleza, Brasil (Droppelmann *et al.*, 2023) y lo dispuesto en la normatividad colombiana (Resolución No 008430 de 1993 del Ministerio de Salud sobre investigación en salud y la Ley 1581 de 2012, sobre protección de datos personales). Los procedimientos de este estudio fueron aprobados por el Comité de Ética de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte, Cali-Colombia bajo el acta 40.07.269 del 19 de septiembre del 2022.

Procedimientos e instrumentos

Se registraron datos de identificación como: nombre, edad y tiempo de práctica; medidas antropométricas y pruebas de desempeño físico en natación, ciclismo y atletismo, además de las alturas de los saltos Squat Jump (SJ) y salto en contramovimiento (CMJ por sus siglas en inglés).

En relación con las medidas antropométricas, la talla se midió con un tallímetro Seca 213 portátil (60-200 cm; precisión de 1 mm), el peso con una báscula Terraillon Fitness Coach Premium (0-160 kg; precisión de 100 g), los perímetros con una cinta métrica Lufkin W606PM (0 - 200 cm; precisión de 1 mm), los pliegues cutáneos con un calíper Slim Guide (0 - 75mm; precisión de 0.5 mm) y los diámetros con el antropómetro corto 16 cm Cescorf (0 - 164 mm; precisión de 1 mm). Los pliegues cutáneos medidos fueron: Pierna, muslo, abdominal, supraespinal, tricpital, subescapular, cresta iliaca y bicipital. Para los perímetros corporales se midió cintura, cadera, antebrazo, brazo relajado, brazo contraído, pierna, muslo medio, y para los diámetros óseos se midió el fémur, humero y biestiloideo. Todos los procedimientos de medición de las variables mencionadas se llevarán a cabo según protocolos de la ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) (Stewart *et al.*, 2011).

La composición corporal se estableció teniendo en cuenta el porcentaje de grasa, la masa muscular y la masa ósea, según el documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (Alvero *et al.*, 2009). Las fórmulas utilizadas en este estudio fueron la fórmula de Faulkner (1958), la fórmula de Lee *et al.*, (2000) y la fórmula de Rocha (1975), respectivamente.

Todas las medidas antropométricas las realizó un evaluador con certificación de la International Society for the



Advancement of Kinanthropometry (ISAK) nivel II, siguiendo los parámetros antropométricos necesarios para determinar el perfil restringido establecido por la ISAK presentando un error técnico de medición (ETM) intraobservador de 5.0 % para pliegues y el 1.0 % para perímetros y diámetros (Stewart *et al.*, 2011).

Para valorar el desempeño físico específico se realizó el test de 400 m de natación desarrollado en piscina de 25 m con un carril para cada deportista, buscando recorrer la distancia planteada en el menor tiempo posible. El tiempo de ejecución se controló por medio de cronómetro. El calentamiento que se llevó a cabo para la prueba de natación fue iniciar con 3 repeticiones de 100 m libre en intensidad suave, continuando con 2 repeticiones de 50 m en patada de libre con la misma intensidad, por último 4 repeticiones de 25 m en libre a intensidad submaxima. Las recuperaciones entre repeticiones fueron de 40 s en cada una (Ferriz-Valero *et al.*, 2019; González *et al.*, 2005).

Como prueba específica de ciclismo se realizó el test de potencia funcional (FTP) (Niño & Leguizamo, 2020) como variable importante para el desarrollo de pruebas como el triatlón de media distancia. En esta prueba se utilizó el simulador con medición de potencia Tacx NEO 2T Smart, el cual se sincronizó con el reloj Polar Vantage V2, la banda de frecuencia cardíaca H10 y la bicicleta personal de cada triatleta. El calentamiento para esta prueba inició con 5 min de rodaje continuo a intensidad baja, seguido de esto se realizaron 2 repeticiones de 2 min a intensidad media con 1 min de recuperación, posteriormente se realizaron 2 repeticiones de 1 min a intensidad sub máxima con 1 min de recuperación y por último 2 min de rodaje muy suave. Posteriormente se realizó la prueba principal donde el triatleta debía pedalear 20 min a la máxima intensidad posible, para finalizar con 5 min de recuperación a intensidad baja.

Para la evaluación del segmento de atletismo se realizó el test de 3000 m en pista homologada a la máxima velocidad posible, siendo controlado por medio de la banda de frecuencia cardíaca Polar H10 y reloj con GPS Polar Vantage V2. El calentamiento para la prueba de atletismo se inició con 5 min de trote suave, seguido por 10 min de técnica de carrera sobre 20 m.

Para la medición de la Fuerza explosiva se utilizó el sensor fotoeléctrico Wheeler Jump de marca Wheeler Tech (Colombia), el cual permite estimar la altura de salto por medio del tiempo de vuelo (Patiño-Palma *et al.*, 2022). Se evaluó la altura del salto SJ, en donde el deportista iniciaba en posición de flexión de rodillas, cercano a los 90°, con las manos en su cadera y posterior a 5 s en esa posición, realizaba un máximo esfuerzo para lograr el mayor tiempo de vuelo, la mayor altura y potencia de ejecución. Así mismo, se realizó el salto CMJ, en donde el deportista iniciaba en una posición totalmente vertical, con las manos en la cintura y al dar la señal de inicio, realizaba una flexión de rodillas hasta la posición más cómoda y un posterior despegue de máxima intensidad, buscando también, la máxima altura y potencia. De los saltos anteriormente mencionados se realizaron 2 in-

tentos para cada uno, con un minuto de recuperación entre cada uno con el objetivo de tomar el mejor registro para el posterior análisis (Moran *et al.*, 2017).

Análisis estadístico

Toda la información de las mediciones se registró en una hoja de cálculo de Microsoft Excel y posterior a la depuración de los datos ello se realizó el procesamiento en el software SPSS (IMB Corporation, USA) versión 26.0 para MAC. Se realizó un análisis descriptivo con medidas de tendencia central y dispersión. La prueba de Shapiro-Wilk se utilizó para comprobar el supuesto de normalidad de los datos, así mismo, por medio de la correlación de Pearson se estableció la relación entre todas las variables con un nivel de significancia $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, en la tabla 1 se presenta el análisis descriptivo de la composición corporal y el desempeño físico específico de los triatletas aficionados en estudio.

Tabla 1. Características de las dimensiones totales del cuerpo, la composición corporal y el desempeño físico en triatletas aficionados (n=16).
Table 1. Characteristics of overall body dimensions, body composition and physical performance in amateur triathletes (n=16).

	Media (D.E)	IC 95%		Prueba de normalidad (sig)
Peso (kg)	62,2 (13,80)	61,85	76,55	0,936
Talla (cm)	170,69 (10,74)	164,97	176,41	0,967
Talla sentado (cm)	90,43 (5,06)	87,74	93,13	0,910
Envergadura (cm)	173,04 (13,01)	166,11	179,98	0,965
Longitud de brazo (cm)	32,13 (2,67)	30,71	33,55	0,925
Longitud de antebrazo (cm)	26,77 (2,46)	25,46	28,08	0,976
Longitud de mano (cm)	19,41 (1,66)	18,53	20,3	0,915
Longitud de muslo (cm)	43,17 (3,39)	41,36	44,98	0,990
Longitud de pierna (cm)	45,94 (3,85)	43,89	47,99	0,919
Masa muscular (kg)	35,81 (5,90)	32,66	38,95	0,909
Masa ósea (kg)	11,02 (2,06)	5,15	26,55	0,901
Porcentaje de grasa (%)	13,84 (3,25)	12,11	15,58	0,910
SJ Altura (cm)	26,13 (5,34)	23,28	28,98	0,990
CMJ Altura (cm)	27,38 (6,27)	24,03	30,72	0,910
Ritmo natación x 100m (min)	2,00 (0,00)	1,83	2,16	0,968
FTP Ciclismo (W/Kg)	2,67 (0,01)	2,33	3,02	0,938
Ritmo carrera a pie x 1km (min)	4,37 (0,01)	4,16	4,59	0,880

D.E: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza para la media; Prueba de normalidad: Shapiro-Wilk

Según lo observado en la tabla 1, en la composición corporal, los valores para el componente graso fueron inferiores a los de triatletas Chilenos aficionados que corren media distancia (Sanhueza *et al.*, 2017), pero superiores a



los de triatletas de alto rendimiento (Anjos *et al.*, 2003), lo que confirma que el porcentaje de grasa en un menor nivel competitivo es superior al de elite de distancia sprint, pues la composición corporal se ve determinada, no solo por las características de la prueba en la que se compite, sino también por el nivel deportivo, el proceso de preparación y el soporte nutricional que se tenga (Arencibia *et al.*, 2017). Sobre la masa muscular, los valores de nuestro estudio fueron mayores a los de triatletas varones universitarios (Guillén *et al.*, 2015), aunque resultaron menores, en comparación con triatletas de distancia sprint, donde también se encontraron promedios más altos para el peso corporal y más bajos para la grasa (García-Pinillos *et al.*, 2016). De igual manera, el peso de los triatletas de nuestro estudio fue inferior al de ciclistas aficionados con edades entre 40 y 60 años que tenían una talla muy similar (Alvero-Cruz *et al.*, 2021).

Todo lo anterior refleja que las características del deporte, su nivel competitivo y también de las modalidades en las que se entrena, van a modular la composición corporal de los deportistas; la misma, también evidencia la especificidad del deporte tal como se ha descrito en corredores de velocidad de alto rendimiento (Balsalobre *et al.*, 2012), jugadores baloncesto universitario (Corredor-Serrano *et al.*, 2022), Taekwondistas de nivel nacional (Ojeda-Aravena *et al.*, 2021) y Jugadores de rugby sevens universitarios (Madroñero *et al.*, 2023). En todos, la composición corporal varía de acuerdo a las necesidades específicas del deporte y el nivel competitivo.

Sobre el desempeño físico, no se hallaron referentes de comparación en población similar con las pruebas específicas usadas en nuestro estudio, aunque sí para las pruebas de salto. De este modo, se constató que nuestros valores de SJ y CMJ en todos los casos resultaron inferiores en contraste con los de triatletas no profesionales con una experiencia mínima de 2 años (Aurell-Badenas *et al.*, 2020), triatletas entrenados en media distancia (Coso *et al.*, 2012), triatletas corredores de distancia sprint y Ironman (García-Pinillos *et al.*, 2017).

En relación con el objetivo principal de este estudio, que fue determinar la relación entre la composición corporal y el desempeño físico en los triatletas aficionados que corren

pruebas de distancias medias, en la Tabla 2 se muestran sólo las correlaciones que fueron significativas entre las dimensiones totales del cuerpo, la composición corporal y las pruebas de desempeño físico. Allí se puede observar que entre los grupos de variables correlacionadas hubo valores de *r* que variaron de moderados a altos reflejando un grado de asociación significativo entre esas variables.

El ritmo en la prueba de natación tuvo más relación con las longitudes que con la composición corporal. En todos los casos se obtuvieron correlaciones inversas lo que significa que, a mayor envergadura, longitud de antebrazo y masa muscular, menor tiempo, reflejando un mejor ritmo de nado en 100 m. Otros estudios han reportado relaciones significativas similares, como es el caso entre la envergadura y la velocidad media en 400 m de natación, al igual que con un mejor desempeño y eficiencia en el nado (Anjos *et al.*, 2003; Beretic *et al.*, 2023; Lätt, 2010). También, en otro estudio se encontró que los triatletas con una longitud del antebrazo mayor tienden a tener un desempeño superior en comparación con aquellos con un antebrazo más corto (Lätt, 2010). Esta relación se ha explicado en nadadores, indicándose que una mayor longitud del antebrazo permite generar más fuerza propulsora durante la fase de tracción, por lo tanto, lograr un menor tiempo en la prueba y mejorar la eficiencia de nado (Lätt, 2010). Sobre la asociación entre la mejora del desempeño en natación y la masa muscular aquí encontrada, es sabido que una mayor proporción de músculo permite generar más fuerza y optimizar la capacidad para superar la resistencia del agua, resultando en una mejora de la velocidad de nado (Morouço *et al.*, 2012).

Por otra parte, en nuestros resultados de la prueba de ciclismo expresados en términos de potencia relativa (W/Kg), hubo más relación con las pruebas de salto, aunque con el porcentaje de grasa se presentó una correlación inversa con el valor de *r* más alto de todo el análisis. En este caso, se corrobora lo planteado por Van Der Zwaard *et al.* (2019), sobre al hecho que un bajo porcentaje de grasa corporal se asocia con una mejor potencia y resistencia en pruebas de ciclismo. Del mismo modo, se ratifica lo hallado en otros estudios que develaron relaciones inversas entre el componente graso con el tiempo de carrera (Knechtle *et al.* 2011), asunto que había sido previamente descrito en el caso del triatlón (Landers *et al.*, 2000).

Sobre las pruebas de desempeño físico, en nuestro estudio se hallaron correlaciones significativas entre el FTP en ciclismo y las pruebas de salto SJ y CMJ. Estas pruebas han sido recurrentemente usadas en otros estudios que han develado relaciones similares entre la capacidad de salto vertical con otras capacidades condicionales y/o en otros deportes o en test donde se pedalea; como en el caso del BMX, donde se reportó una relación directa entre el tiempo empleado en completar un circuito con la altura de salto SJ, CMJ y Drop Jump (Robert *et al.*, 2020). Asimismo, en otro estudio se encontraron correlaciones positivas entre tiempo de vuelo del CMJ con la eficiencia mecánica, la potencia media y máxima desarrollada en el test de Wingate por ciclistas de

Tabla 2. Correlaciones significativas entre dimensiones totales del cuerpo, composición corporal y pruebas de desempeño físico.

Table 2. Significant correlations between total body dimensions, body composition and physical performance tests.

	Natación ritmo x 100m	Ciclismo FTP (W/Kg)	Carrera a pie ritmo 1km
Envergadura	-0,511* (p=0,043)		
Longitud de antebrazo	-0,610* (p=0,010)		
Masa Muscular	-0,660* (p=0,005)		-0,534* (p=0,033)
Porcentaje de grasa		-0,711* (p=0,002)	
Squat Jump		0,570* (p=0,021)	
CMJ		0,689* (p=0,003)	

*Correlación significativa $p < 0.05$.



alto nivel (Muriel *et al.*, 2012). Y específicamente en el triatlón, la relación se ha establecido valorando niveles de fatiga tras una contrarreloj de 40 Km y donde se hallaron reducciones en la altura del SJ y CMJ, lo que a su vez afecta el desempeño en la carrera a pie (Aurell-Badenas *et al.*, 2020).

Otros estudios, similar a lo aquí encontrado, refuerzan la idea que los saltos SJ y CMJ guardan relación con varias capacidades físicas y en diferentes tipos de deportistas, como es el caso de la capacidad aeróbica en corredores aficionados (Fuentes-Barria *et al.*, 2020), la velocidad en 20 m y 30 m lanzados en deportistas de velocidad (Jiménez-Reyes *et al.*, 2011) y el tiempo en una prueba de 300 m en patinadores juveniles (González y Mendoza, 2017).

Sobre la prueba de FTP utilizada en este estudio para establecer el desempeño físico específico de los triatletas aficionados, es importante anotar que ésta se encuentra fuertemente correlacionada con el umbral de lactato (Niño y Leguizamo, 2020), siendo un factor determinante para el desarrollo del triatlón de media distancia; por lo cual, hallar correlaciones significativas, moderadas y altas con el CMJ y el SJ, amplía la base de información sobre el potencial de dichas pruebas como reflejo de la condición física específica y aporta datos para su uso como medio de control en el triatlón, especialmente para valorar el estado de preparación frente al desempeño en el segmento de ciclismo de un triatlón de media distancia (García-Pinillos *et al.*, 2017), muy importante por ser un gran predictor para el rendimiento en esta prueba (Sousa *et al.*, 2021).

Por último, la carrera a pie, a través del registro del ritmo por kilómetro sólo correlacionó con una variable que fue la masa muscular, lo que sumado la relación ya comentada sobre un menor porcentaje de grasa con el mejor desempeño en cuanto a potencia relativa (w/kg) en la prueba FTP en la prueba de ciclismo, muestra que hay un grado de asociación significativo entre cada una de las disciplinas que compone el triatlón y la composición corporal, por lo que futuros estudios deberán esclarecer su nivel de influencia en el rendimiento general de la prueba.

Los resultados de este estudio deben valorarse teniendo en cuenta las siguientes limitaciones: primero, la cantidad de deportistas evaluados es relativamente baja por lo que procedería validar lo aquí encontrado con un mayor número de sujetos. En segunda instancia, el hecho que los resultados encontrados representan exclusivamente las características de la población estudiada. No obstante, las relaciones aquí halladas aportan información valiosa para el conocimiento de las características específicas de triatletas colombianos de nivel aficionado que compiten en pruebas de distancias medias y suman al cuerpo de evidencia existente sobre relaciones entre composición corporal y desempeño físico en este deporte.

CONCLUSIONES

La relación entre composición corporal y rendimiento físico en los triatletas aficionados que compiten en pruebas de media distancia, se manifiesta diferenciadamente según

cada prueba específica (400 m libre en natación, 3000 m de carrera a pie y FTP en ciclismo), revelando la importancia de la masa muscular en el ritmo de carrera en natación y a pie, así como la implicación de la grasa en la potencia funcional en ciclismo. Otras variables también guardan relación significativa con el desempeño físico en los segmentos del triatlón, como las longitudes de miembros superiores en natación o la capacidad de salto vertical en el ciclismo. Esto revela la importancia de la composición corporal y los saltos en el control del entrenamiento para estos deportistas y de las longitudes como parámetro para detección de talentos en edades tempranas. Futuros estudios deberán esclarecer el potencial de estas pruebas de control para la predicción del rendimiento en cada uno de los segmentos del triatlón o en el rendimiento global en la modalidad de media distancia.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del estudio manifestamos que el documento en mención es original y de autoría propia, aceptamos que hemos contribuido en su producción y no contiene material protegido por derechos de reproducción, ni genera conflicto de intereses, por lo cual nos hacemos responsables de su contenido.

REFERENCIAS

- Alvero, J.R., Cabañas, M.D., Herreno, A., Martínez, L., Moreno, C., Porta, J., Sillero, M., y Sirvent, J. 2009. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina Del Deporte*, XXVI(131), 166-179. <http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulo/es/43/2001/409/>
- Alvero-Cruz, J.R., García Romero, J.C., Ordoñez, F.J., Mongin, D., Correas-Gómez, L., Nikolaidis, P.T., y Knechtle, B. 2021. Age and training-related changes on body composition and fitness in male Amateur cyclists. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 93. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010093>
- Anjos, M.A., Fernández, J., y Novaes, J. 2003. Características antropométricas, dermatoglíficas y fisiológica del atleta de triatlón. *Fitness & Performance Journal*, 2(1), 49-57. <https://doi.org/10.3900/fpj.2.1.49.s>
- Arencibia, R., Hernández, D., Linares, G., Naranjo, J., Troya, M., y Linares, M. 2017. Perfil antropométrico y energético nutricional del equipo de rugby Cerberos RFC masculino, Cerberos Rugby Football Club, Quito. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 37(2), 28-35. <https://doi.org/10.12873/372arencibia>
- Aurell-Badenas, V., Murias-Lozano, R., Rodríguez-López, E.S., y García-Giménez, A. 2020. Eficacia de la pliometría en la fatiga neuromuscular en triatlón: estudio piloto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 20(79), 551-566. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2020.79.011>
- Balsalobre, C., Del Campo, J., Tejero, C., y Alonso, D. 2012. Relación entre potencia máxima, fuerza máxima, salto vertical y sprint de 30 metros en atletas cuatrocientistas de alto rendimiento.

- Apunts Educación Física y Deportes, 108, 63-69. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/2\).108.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/2).108.07)
- Barbosa, J.G., de Lira, C.A.B., Vancini, R.L., dos Anjos, V.R., Vivan, L., Seffrin, A., Forte, P., Weiss, K., Knechtle, B., y Andrade, M.S. 2023. Physiological features of olympic-distance amateur triathletes, as well as their associations with performance in women and men: A cross-sectional study. *Healthcare (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/healthcare11040622>
- Beretic, I., Romanov, R., y Stupar, D. 2023. The relationship between anthropometric variables and swimming efficiency in early pubescent female front crawl swimmers. *International Journal of Morphology*, 41(1), 303-307. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022023000100303>
- Canda, A.S., Castiblanco, L.A., Toro, A.N., Amestoy, J.A., y Higuera, S. 2014. Características morfológicas del triatleta según sexo, categoría y nivel competitivo. *Apunts Medicina de l'Esport*, 49(183), 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2013.12.004>
- Casas, H., Leguizamo, J., Caro, W., y Agudelo, C. 2017. Perfil de potencia de un equipo profesional de ciclistas rutereros. *Viref Revista de Educacion Fisica*, 6(4), 160-170. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/329475>
- Cejuela, R., Pérez, J., Villa, J., Cortell, J., y Rodríguez, J. 2007. Análisis de los factores de rendimiento en triatlón distancia sprint. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2(2), 1-25. <https://doi.org/10.4100/jhse.2007.22.01>
- Corredor-Serrano, L.F., García-Chaves, D.C., y Arboleda-Franco, S.A. 2022. Composición corporal y somatotipo en jugadores de baloncesto universitario colombianos por posición de juego. *RETOS. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 45, 364-372. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.85979>
- Coso, J. Del, González-Millán, C., Salinero, J.J., Abián-Vicén, J., Soriano, L., Garde, S., y Pérez-González, B. 2012. Muscle damage and its relationship with muscle fatigue during a half-iron triathlon. *PLoS ONE*, 7(8), e43280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043280>
- Cuba, A., y García-García, O. 2014. Los factores de rendimiento en triatlón como base para la detección de talentos. *Revista Española De Educación Física Y Deportes*, 407(5), 49-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.55166/reefd.v0i407.16>
- Droppelmann, G., Morán, M., y Kalazich, C. 2023. Consentimiento informado en medicina del deporte: un ejemplo. *Revista Observatorio Del Deporte*, 9(2), 1-23. <https://doi.org/10.58210/odep300>
- Faulkner, J. 1958. *Physiology of swimming and diving* (H. Falls, Ed.). Exercise Physiology. Baltimore- Academic Press.
- Ferriz-Valero, A., Martínez-Sanz, J.M., Fernández-Sáez, J., Sellés-Pérez, S., Cejuela-Anta, R., y Ferriz Valero, A. 2019. Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 37(3), 169-175. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7603229>
- Fuentes-Barria, H., Valenzuela-Pérez, D., y Fuentes-Kloss, R. 2020. Relationship between aerobic capacity and jumping as strategy for optimizing athletic performance in amateur runners. *Revista PODIUM*, 15(2), 360-370. http://scielo.sld.cu/pdf/rpp/v15n2/en_1996-2452-rpp-15-02-360.pdf
- García-Pinillos, F., Cámara-Pérez, J.C., González-Fernández, F.T., Párraga-Montilla, J.A., Muñoz-Jiménez, M., y Latorre-Román, P.Á. 2016. Physiological and neuromuscular response to a simulated sprint-distance triathlon. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 1077-1084. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001172>
- García-Pinillos, F., Cámara-Pérez, J.C., Soto-Hermoso, V.M., y Latorre-Román, P.Á. 2017. A high intensity interval training (HIIT)-based running plan improves athletic performance by improving muscle power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 146-153. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001473>
- González, C., Galilea, P., Drobic, F., y Padullés, J. 2005. Validación de un test de natación, evaluando la velocidad aeróbica máxima (VAM) para calcular los ritmos de entrenamiento para triatletas y nadadores. *Apunts Educación Física y Deportes*, 79, 94-99. <https://raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/300989>
- Guillén, L., Mielgo-Ayuso, J., Norte-Navarro, A., Cejuela, R., Cabañas, M., y Martínez-Sanz, J. 2015. Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 32(2), 799-807. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.2.9142>
- Knechtle, B., Knechtle, P., Rüst, C.A., y Rosemann, T. 2011. A comparison of anthropometric and training characteristics of Ironman triathletes and Triple Iron ultra-triathletes. *Journal of Sports Sciences*, 29(13), 1373-1380. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.587442>
- Landers, G.J., Blanksby, B.A., Ackland, T.R., y Smith, D. 2000. Morphology and performance of world championship triathletes. *Annals of Human Biology*, 27(4), 387-400. <https://doi.org/10.1080/03014460050044865>
- Landers, G., Ong, K., Ackland, T., Blanksby, B., Main, L., y Smith, D. 2013. Kinanthropometric differences between 1997 World championship junior elite and 2011 national junior elite triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(5), 444-449. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.09.006>
- Lätt, E. 2010. Indicadores fisiológicos, biomecánicos y antropométricos del rendimiento del esprint de natación en nadadores adolescentes. *PubliCE*, 1(1), 2010. https://journal.onlineeducation.center/api-oas/v1/articles/sa-G57cfb271ebab3/export-pdf/indicadores-fisiologicos-biomecnicos-y-antropometricos-del-rendimiento-del-esprint-de-natacion-en-nadadores-adolescentes-1295?_gl=1*111jpxj*_ga*NzgxNzQ4NDE2LjE3MDk2NjcyNDc.*_ga_VZZRDR12S5*MTcwOTY2NzI0Ny4xLjEuMTcwOTY2NzI5Ni4xMS4wLjA
- Lee, R., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., y Heymsfield, S. 2000. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 796-803. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.796>
- Madroño, J., Castellar, J., Gutiérrez, S., García-Chaves, D., y Corredor-Serrano, L. 2023. Asociación entre la composición corporal, fuerza explosiva y algunos parámetros de desempeño físico en los jugadores del rugby sevens universitario. *Biotecnia*, 25(3), 146-153. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i3.2102>
- Millet, G., Vleck, V., y Bentley, D. 2014. Demandas fisiológicas del triatlón. *PubliCE*. <https://g-se.com/demandas-fisiologicas-del-triatlon-1732-sa-a57cfb27244fe0>
- Moran, J., Sandercock, G.R.H., Ramírez-Campillo, R., Todd, O., Collison, J., y Parry, D.A. 2017. Maturation-related effect of low-dose plyometric training on performance in youth

- hockey players. *Pediatric Exercise Science*, 29(2), 194-202. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0151>
- Morouço, P.G., Marinho, D.A., Amaro, N.M., Pérez-Turpin, J.A., y Marques, M.C. 2012. Effects of dry-land strength training on swimming performance: a brief review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(2), 553-559. <https://doi.org/10.4100/jhse.2012.72.18>
- Niño, W., y Leguizamo, J. 2020. Correlación entre el umbral funcional de potencia (ftp) y el umbral de lactato en los ciclistas del equipo "Boyacá es para vivirla". *Revista Salud, Historia y Sanidad On-Line*, 15(1), 11-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.4682251>
- Ojeda-Aravena, A., Azocar-Gallardo, J., Hernández-Mosqueira, C., y Herrera-Valenzuela, T. 2021. Relación entre la prueba de agilidad específica en taekwondo (tsat), la fuerza explosiva y la velocidad lineal en 5-m atletas de taekwondo de ambos sexos. *RETOS. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 39, 84-89. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78395>
- Ortiz, M., Aguirre, H., Ramírez, A., Walkup, L., y Villarreal, M. 2022. Perfil morfo funcional de triatletas que representan al estado de Durango en Olimpiada Nacional. *Revista de Ciencias Del Ejercicio FOD*, 16(2), 32-42. <https://doi.org/10.29105/rcefod16.2-52>
- Patiño-Palma, B., Wheeler-Botero, C., y Ramos-Parrací, C. 2022. Validación y fiabilidad del sensor Wheeler Jump para la ejecución del salto con contramovimiento. *Apunts Educación Física y Deportes*, 149, 37-44. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/3\).149.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/3).149.04)
- Restrepo, C., y Avella, R. 2018. Caracterización de la composición corporal, el perfil dermatoglífico, el consumo máximo de oxígeno (Vo2 máx.) Y la fuerza prensil en la selección Bogotá de triatlón. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 2(1), 38-49. <https://doi.org/https://doi.org/10.31910/rdafd.v2.n1.2016.325>
- Rivas, L.G., Mielgo-Ayuso, J., Norte-Navarro, A., Cejuela, R., Cabañas, M.D., y Martínez-Sanz, J.M. 2015. Body composition and somatotype in university triathletes. *Nutrición Hospitalaria*, 32(2), 799-807. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.2.9142>
- Robert, P., Cirer-Sastre, R., López-Laval, I., Matas-García, S., Álvarez-Herms, J., Julià-Sánchez, S., y Corbi, F. 2020. Relationship between jump capacity and performance in BMX cycling. *Apunts Educación Física y Deportes*, 140, 37-43. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/2\).140.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/2).140.06)
- Rocha, M. 1975. Peso óseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomia e Antropologia*, 1, 445-451.
- Sanhueza, J.A., Bahamondes-Ávila, C., Hernández-Mosqueira, C., Abarzua-Mandiola, D., Zambrano, T., y Salazar, L.A. 2017. Características antropométricas de triatletas amateur Chilenos: Un estudio piloto. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(3), 271-279. <https://doi.org/10.14306/renhyd.21.3.374>
- Saunders, P., Pyne, D., Telford, R., y Hawley, J. 2004. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*, 34(7), 465-485. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00005>
- Silva, D., Benedetti, T., Ferrari, E., Meurer, S., Antes, D., Silva, A., Santos, D., Matias, C., Sardinha, L., Vieira, F., y Petroski, E. 2012. Anthropometric profiles of elite older triathletes in the Ironman Brazil compared with those of young Portuguese triathletes and older Brazilians. *Journal of Sports Sciences*, 30(5), 479-484. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.647046>
- Sleivert, G., y Rowlands, D. 1996. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Medicine*, 22(1), 8-18. <https://doi.org/10.2165/00007256-199622010-00002>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., y De Ridder, H. 2011. *International standards for anthropometric assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry ISAK.
- Torres Navarro, V., Campos Granell, J., y Aranda Malavés, R. 2016. Influencia de la masa grasa para el VO2max y Umbrales Ventilatorios en jóvenes deportistas de especialidades deportivas de resistencia. *Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 3(1), 16-33. <https://doi.org/10.17979/sportis.2017.3.1.1534>
- Torres, V. 2020. Composición corporal y somatotipo de jóvenes deportistas de alto nivel de atletismo, natación y triatlón. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 429, 31-46. <https://doi.org/10.55166/reefd.vi429.898>
- van der Zwaard, S., de Ruitter, C.J., Jaspers, R.T., y de Koning, J.J. 2019. Anthropometric clusters of competitive cyclists and their sprint and endurance performance. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01276>
- Vivas, Y. 2019. Perspectivas nutricionales para atletas practicantes en deportes de resistencia. *Revista Científica Caminos de Investigación*, 1(1), 60-72. <https://doi.org/10.59773/ci.v1i1.8>

