

Características antropométricas de composición corporal, proporcionalidad y tipo físico asociadas a patrones de movimiento funcional en deportistas del TEAM Medellín

Anthropometric characteristics of body composition, proportionality and physical type associated with functional movement patterns in athletes from TEAM Medellin

Gómez-Velásquez S^a, Bedoya-Bedoya LF^a, Franco-Hoyos K^a, Muñoz-Rodríguez DI^b, Tabares-González E^b, Montoya-González S^b

^a Grupo de Investigación Nutral, Facultad Ciencias de la Nutrición y los Alimentos, Universidad CES, Medellín, Colombia

^b Grupo de Investigación Movimiento y Salud, Facultad de Fisioterapia, Universidad CES, Medellín, Colombia

Correspondencia:

Luis Felipe Bedoya Bedoya
lbedoyab@ces.edu.co

Recibido: 2 diciembre 2022

Aceptado: 30 enero 2023

RESUMEN

Introducción: el rendimiento para un deportista es vital y el acompañamiento desde nutrición y Fisioterapia, de manera articulada, a fin de optimizarlo, es fundamental; los cambios en indicadores de composición corporal, proporcionalidad y tipo físico pueden alterar el desempeño de los patrones del movimiento y estas asimetrías o deficiencias puedan ser identificadas a través del *Functional Movement Screen*. El *objetivo* de esta investigación fue identificar la asociación de las diferentes características cineantropométricas con los puntajes de los patrones de movimiento funcional en deportistas del TEAM Medellín. *Materiales y método:* se condujo un estudio observacional, transversal con intención analítica, que incluyó a 95 deportistas de alto rendimiento. Para la evaluación funcional del movimiento (FMS) se usó la batería de 7 pruebas; adicionalmente se midieron pruebas de composición corporal, antropométricas, proporcionalidad y tipo físico para explorar, a través de análisis bivariado y razones de prevalencia, las posibles asociaciones y su magnitud. *Resultados y discusión:* uno de cada 3 deportistas logra completar la mayoría de pruebas funcionales. Estocada en línea, estabilidad en rotación y elevación de pierna son las pruebas que menos se completan. Los indicadores antropométricos que afectan a 4 de estas pruebas funcionales están relacionados con la composición corporal, proporcionalidad corporal y características de tipo físico. *Conclusiones:* este es uno de los primeros estudios en explorar la asociación entre los indicadores cineantropométricos con la valoración funcional del movimiento. Tener adecuadas características cineantropométricas es necesario para lograr una calidad de movimiento óptima. y con ello un mejor rendimiento deportivo.

Palabras clave: antropometría, composición corporal, ciencias de la nutrición y del deporte, evaluación funcional del movimiento, atletas.

ABSTRACT

Introduction: performance for an athlete is vital and the accompaniment from nutrition and physiotherapy, in an articulated manner, to optimize it, is fundamental; changes in indicators of body composition, proportionality and physical type can alter the performance of movement patterns and these asymmetries or deficiencies can be identified through the *Functional Movement Screen*. The objective of this research was to identify the association of diffe-

rent cineanthropometrics characteristics with functional movement pattern scores in TEAM Medellín athletes. Materials and method: an observational, cross-sectional study with analytical intention was conducted, which included 95 high-performance athletes. For functional movement assessment (FMS), a battery of seven tests was used; additionally, body composition, anthropometric, proportionality and physical type tests were measured to explore, through bivariate analysis and prevalence ratios, the possible associations and their magnitude. Results and discussion: one out of every three athletes managed to complete the most functional tests. In-line lunge, rotational stability and leg raise are the tests with the lowest completeness. Anthropometric indicators affecting four of these functional tests are related to body composition, body proportionality and physique-type characteristics. Conclusions: this is one of the first studies to explore the association between cineanthropometrics indicators with functional movement assessment. Adequate nutritional characteristics are necessary to achieve optimal movement quality and thus better sports performance.

Keywords: *anthropometry, body composition, sports nutritional sciences, functional movement assessment, athletes.*

DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS

Los datos analizados en el presente estudio no están disponibles públicamente debido a que pertenecen a un proyecto de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y de los Alimentos, pero pueden ser proporcionados por el autor de correspondencia mediante solicitud razonada.

INTRODUCCIÓN

Los deportistas emplean diversas estrategias para optimizar su rendimiento; la nutrición y la terapia física son 2 de ellas; la primera, comprende una serie de actividades desarrolladas de manera articulada como planificación, acompañamiento y manejo de la alimentación y nutrición de los atletas, enmarcadas en los propósitos de bienestar individual y colectivo; la segunda, se podría definir como el conjunto de intervenciones sanitarias, físicas y terapéuticas que buscan reestablecer y optimizar la salud y el rendimiento de los atletas para favorecer una mayor vida deportiva⁽¹⁾.

La nutrición deportiva es entonces la aplicación de estrategias alimentarias que promueven la buena salud y la adaptación al entrenamiento para recuperarse con rapidez y desempeñarse óptimamente durante la competición, y en ella es indispensable la valoración nutricional que incluye la evaluación cineantropométrica del atleta y hace referencia al estudio de la forma, composi-

ción y proporción del cuerpo humano a través de medidas, con el objetivo de comprender el movimiento humano en relación con el ejercicio, el desarrollo, la nutrición y la salud, entre otros⁽²⁾. Lo anterior es de gran importancia dado que la modificación del peso y la composición corporal son objetivos frecuentes en la intervención nutricional de los deportistas buscando mejorar aspectos biomecánicos o puntuación en deportes con valoración estética o para mejorar su desempeño deportivo⁽³⁾.

Simultáneamente, cuando se habla de terapia física y de rendimiento deportivo, uno de los sistemas de evaluación, con mayor vigencia, que mide los patrones de movimiento es el *Functional Movement Screening (FMS)*^(4, 5); que es una herramienta de tamizaje pre-participativo que evalúa los patrones fundamentales que sustentan el desempeño del movimiento, para identificarlos y cuantificarlos apropiadamente en disfuncionales y/o dolorosos versus funcionales. El FMS consiste en 7 pruebas que desafían la capacidad de una persona para realizar patrones de movimientos básicos que determinan la movilidad, el control motor estático y el control motor dinámico y abarcan las capacidades físicas de flexibilidad, coordinación, equilibrio y fuerza⁽⁶⁾.

El objetivo principal del FMS es evaluar el sistema de cadenas cinéticas, donde se evalúa el cuerpo como una estructura que se relaciona entre segmentos interdependientes. Fue diseñado para observar las interacciones de la movilidad y la estabilidad que son necesarias

para un adecuado desempeño de los patrones básicos y funcionales del movimiento. Proporciona información que indica si un individuo tiene dificultades con la estabilización y/o la movilidad, además de crear las bases para la prescripción de un programa de entrenamiento y/o de rehabilitación, desarrollado con un enfoque en relación con los patrones de movimiento funcional⁽⁷⁾.

Aunque el FMS presenta las ventajas ya mencionadas, es importante resaltar su baja sensibilidad, por lo que su mayor aplicación es servir como tamizaje de los atletas, no como diagnóstico de lesiones. Esta herramienta está diseñada para proporcionar información individual de la condición basada en las pruebas⁽⁸⁾. Dentro de este contexto, ha sido aplicado en diferentes grupos de deportistas, tales como practicantes de karate^(9, 10), tenis de campo^(11, 12), atletismo⁽¹³⁾, natación⁽¹⁴⁾ y gimnasia⁽¹⁵⁾ demostrando no sólo la capacidad de esta batería de pruebas para caracterizar la funcionalidad en deportes de equipo, sino también, en deportes de tipo individual.

Si bien es necesario enfocar de manera integral al deportista a fin de beneficiar su rendimiento, la evidencia actual aborda estos elementos de manera desarticulada.

La relación de las condiciones antropométricas, de composición corporal y tipo físico con respecto a las capacidades de funcionalidad motriz puntuadas por el test FMS es poco conocida, lo que podría contribuir a un mejor desempeño deportivo que beneficiaría al atleta y a las intervenciones del equipo interdisciplinar.

El TEAM Medellín, en la actualidad, Talentos INDER Medellín es un proyecto de la Alcaldía de Medellín que nace en el año 2018 desde la necesidad de apoyar a deportistas de la ciudad con proyección al alto nivel competitivo, pero que no cuentan con los recursos materiales o no materiales para alcanzarlo. Este programa realiza un acompañamiento integral desde las dimensiones metodológica, científica y psicosocial. Los deportistas cuentan con médicos del deporte, nutricionistas, fisioterapeutas, psicólogos, trabajadores sociales, preparadores físicos y metodólogos para permitir la obtención de logros a nivel departamental, nacional e internacional; desde esta perspectiva, identificar en ellos los aspectos relacionados de los indicadores antropométricos con los patrones de movimiento, podría contribuir al logro de sus metas deportivas.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue identificar la asociación de las diferentes características antropométricas, de composición corporal, proporcionalidad y tipo físico con los puntajes de los patrones de movimiento funcional (FMS) en deportistas del TEAM Medellín.

MATERIALES Y MÉTODO

Diseño del estudio y participantes

Se realizó un estudio de tipo observacional, de corte transversal con intención analítica en deportistas pertenecientes al TEAM Medellín, en el que participaron 95 atletas registrados en el programa para el año 2018 con una mediana de edad para hombres y mujeres de 15 y 14 años respectivamente, que cumplieron con los criterios de selección. Fueron incluidos los atletas que aceptaron participar contando con la autorización de los padres o tutores mediante la firma del consentimiento informado. Se excluyeron deportistas en alguna situación de discapacidad, a los cuales fuera imposible realizarles alguna de las evaluaciones de interés para el estudio, y aquellos atletas cuyos movimientos, gestos técnicos o rendimiento deportivo no se veían afectados por su composición corporal, proporcionalidad, tipo físico o por los resultados del test de movimiento.

Evaluación funcional del movimiento

El FMS consiste en 7 pruebas que valoran los siguientes patrones de movimiento: patrón recíproco de miembros superiores, recíproco de miembros inferiores, de apoyo doble a simple, funcional bilateral, funcional de estocada en línea, reactivo de plano sagital y reactivo triplanar. Fue administrado por un evaluador capacitado utilizando procedimientos e instrucciones de calificación estandarizados. Cada participante realizó 3 intentos para cada una de las 7 pruebas, las cuales se puntuaron de cero (0) a tres (3) de la siguiente manera: 3 es el mejor puntaje posible representando una prueba ejecutada con la mejor calidad sin compensaciones; 2 indica que la prueba es ejecutada con compensaciones; 1 significa incapacidad de ejecutar la prueba; y, 0 se refiere a la pre-

sencia de dolor al ejecutar la prueba. En cuanto al registro, se tomó el mejor puntaje de los 3 intentos realizados los cuales se utilizaron para generar el total, siendo 21 el máximo puntaje posible como lo indica el protocolo^(6,7). A partir de estos puntajes, cada prueba fue clasificada como completa, compensada o incompleta. Posteriormente, estas categorías fueron agrupadas en «prueba completa o prueba compensada/incompleta» como desenlace de interés, para poder evaluar la capacidad de completar la prueba de forma dicotómica.

Evaluación de la composición corporal

Las mediciones cineantropométricas fueron realizadas por 3 nutricionistas con certificación ISAK nivel II en el consultorio de nutrición del proyecto TEAM Medellín, Medellín, Colombia. Se citó a cada participante para que el día de las mediciones coincidiera con el test de movimiento. Previamente a las pruebas, se dieron las siguientes indicaciones: los deportistas debían presentarse con el mínimo de ropa, sin joyas ni accesorios, no debían realizar actividad física al menos 2 horas antes de la cita ni ingerir una comida copiosa; además, se les solicitó vaciar la vejiga antes de iniciar las mediciones. Se emplearon equipos avalados por la ISAK (adipómetro Harpenden con precisión de 0,2 mm, cinta métrica metálica de acero flexible Lufkin de 2 m de longitud, antropómetro de huesos largos y cortos marcas RealMet y calibres argentinos, respectivamente) todos ellos con certificado de calibración.

Se tomaron un total de 27 medidas antropométricas: 4 medidas básicas, 10 pliegues cutáneos, 7 perímetros y 6 diámetros. A partir de estas mediciones se calcularon los diferentes índices y parámetros: índice córmico (relación proporcional entre la talla sentado/estatura) que determina la longitud del tronco así: braquicórmico (tronco corto), metrocórmico (tronco medio) y macrocórmico (tronco largo); índice relativo de miembros inferiores (IRMI) el cual relaciona la longitud del tronco con la extremidad inferior y se clasifica en las siguientes categorías: braquisquélico (extremidades inferiores cortas), mesosquélico (extremidades inferiores medias) y macrosquélico (extremidades inferiores largas); longitud relativa de extremidades superiores (LRES) el cual de-

termina la longitud de las extremidades superiores en relación a la estatura (longitud extremidad superior en cm/estatura en cm x 100) y se clasifica según: braquibraquial (extremidades superiores cortas), mesobraquial (extremidades superiores intermedias) y macrobraquial (extremidades superiores largas); envergadura (máxima distancia entre los dedos dactilión de ambas manos) y somatotipo (descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo) para identificar la forma corporal o tipo físico de un individuo definido por 3 componentes: endomorfia (constituye la adiposidad relativa), mesomorfia (constituye desarrollo músculo esquelético relativo) y ectomorfia (constituye delgadez o linealidad relativa)⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

La clasificación de composición corporal para el método de fraccionamiento de la masa corporal por 5 componentes se realizó teniendo en cuenta los siguientes valores de referencia de porcentaje para masa adiposa según sexo así: aceptable del 19,1 a 22,9 % (varones) y del 22,1 a 22,8 % (mujeres), elevado del 23,0 a 26,6 % (varones) y del 25,9 a 29,9 % (mujeres) y muy elevado por encima del 26,6 % (varones) y del 30,0 % (mujeres). Para el porcentaje de masa muscular discriminado por sexo: bueno/excelente por encima del 52,0 % (varones) y 47,1% (mujeres), aceptable del 49,0 a 51,9 % (varones) y 44,1 a 47,0 % (mujeres), insuficiente/pobre menor al 48,9 % (varones) y 44,0 % (mujeres)⁽¹⁸⁾.

Este estudio las agrupó en categorías (completa vs incompleta) dado que la población de estudio tenía características muy homogéneas en términos del rendimiento deportivo, lo que no permitió descubrir diferencias en los valores continuos.

Análisis de los datos

El análisis de información se condujo a través del software de uso libre Jamovi 2.2.5 Solid. Se realizó análisis descriptivo a través de frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas y, medidas de resumen (centrales, dispersión y posición) para las variables cuantitativas, aplicando previamente el test Shapiro Wilk para determinar la distribución normal en los conjuntos de datos. Para la identificación de los factores asociados a la incapacidad de ejecutar de manera adecuada las pruebas de FMS, se llevó a cabo un análisis a través de tablas

de contingencia a fin de estimar las razones de prevalencia crudas (RP) y sus intervalos de confianza. Se estableció como significación estadística, aquellas asociaciones con valores inferiores a 0,05, que fueron calculadas con la prueba Chi cuadrado de Pearson, o test exacto de Fisher cuando no se cumplían las condiciones para la aplicación de la Chi cuadrado de Pearson.

Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Institución participante cumpliendo con los principios éticos de investigación en humanos.

RESULTADOS

Este estudio incluyó a 95 deportistas. La población de estudio estuvo constituida mayoritariamente por hombres (54,7 %), con una mediana de edad de 15 años

(Q1-Q3: 13,0 -17,0); por su parte, la mediana para la edad de las mujeres fue de 14 años (Q1-Q3: 13,0 -16,5). Con relación a las características de composición corporal, se encontró que el 55,8 % de los deportistas presentaron un porcentaje de masa adiposa muy elevada y que solo el 9,5 % registró valores entre buenos y excelentes para la clasificación del porcentaje de masa muscular. En relación al porcentaje de masa muscular, se encontró que en el 42,1 % de los deportistas se clasificó como insuficiente (mayor en mujeres), mientras que el 77 % mostró un índice de masa corporal (IMC) adecuado. La tabla 1 muestra en detalle las características de la composición corporal de los deportistas TEAM Medellín.

Con respecto a las características de proporcionalidad y tipo físico (tabla 2), el 59,6 % de los deportistas presentaron una proporción del tronco respecto a la es-

TABLA 1. Características de la composición corporal de los deportistas TEAM Medellín, 2019.

Características	Total n = 95	Hombre n = 52	Mujer n = 43
Edad (años), mediana (Q1-Q3)	14 (13,0-16,5)	15 (13,0-17,0)	14 (13,0-16,0)
Porcentaje masa adiposa, n (%)			
Aceptable	15 (15,8)	10 (19,2)	5 (11,6)
Elevado	27 (28,4)	18 (34,6)	9 (20,9)
Muy elevado	53 (55,8)	24 (46,2)	29 (67,4)
Porcentaje masa muscular, n (%)			
Pobre/Insuficiente	65 (68,4)	35 (67,3)	30 (69,8)
Aceptable	21 (22,1)	12 (23,1)	9 (20,9)
Bueno/Excelente	9 (9,5)	5 (9,6)	4 (9,3)
Masa piel (kg), media ± DE	3,4 ± 0,5	3,6 (3,0-3,9) ^a	3,2 ± 0,4
Masa adiposa (kg), media ± DE	16,1 ± 4,6	15,3 ± 4,3	17,1 ± 4,8
Porcentaje masa adiposa (%), mediana (Q1-Q3)	28,7 (25,6-33,6)	26,5 (23,8-28,9)	26,7 ± 5,2 ^b
Masa muscular (kg), media ± DE	24,9 ± 7,4	27,5 ± 8,4	21,7 ± 4,4
Porcentaje masa muscular (%), media ± DE	45,1 ± 4,6	48,3 (44,4-50,0) ^a	42,7 ± 3,4

TABLA 1. Características de la composición corporal de los deportistas TEAM Medellín, 2019 (continuación).

Masa residual (kg), media \pm DE	5,18 \pm 1,5	5,9 \pm 1,4	4,3 \pm 1,0
Masa ósea (kg), media \pm DE	4,9 \pm 1,5	5,4 \pm 1,4	4,3 \pm 1,4
Peso corporal total estimado (kg), media \pm DE	54,5 \pm 12,9	57,6 \pm 14,5	52,0 (45,9-58,2) ^a

Conforme a la distribución de los datos, los valores están expresados con promedio y desviación estándar (DE), frecuencia (n) y porcentaje (%) y mediana con rango intercuartil (Q1-Q3).

^a Se muestra la mediana y el rango intercuartil. ^b Se muestra la media y la desviación estándar.

TABLA 2. Características de la proporcionalidad y tipo físico de los deportistas TEAM Medellín, 2019.

Características	Total n = 95; n (%)	Hombre n = 52; n (%)	Mujer n = 43; n (%)
Índice córmico			
Braquicórmico	24 (17,3)	9 (34,9)	15 (25,3)
Metrocórmico	47 (59,6)	31 (37,2)	16 (49,5)
Macrocórmico	24 (23,1)	12 (27,9)	12 (25,3)
IRMI			
Braquisquélico	17 (17,9)	6 (11,5)	11 (25,6)
Metrosquélico	21 (22,1)	13 (25,0)	8 (18,6)
Macrosquélico	57 (60,0)	33 (63,5)	24 (55,8)
LRES			
Braquibraquial	48 (50,5)	25 (48,1)	23 (53,5)
Mesobraquial	40 (42,1)	22 (42,3)	18 (41,9)
Macrobraquial	7 (7,4)	5 (9,6)	2 (4,7)
Somatotipo			
Endomorfo	19 (20,0)	1 (1,9)	18 (41,9)
Mesomorfo	54 (56,8)	43 (82,7)	11 (25,6)
Ectomorfo	22 (23,2)	8 (15,4)	14 (32,6)
Índice córmico	52,5 (51,6-53,3)	52,3 (51,3-52,9)	52,6 (51,8-54,1)
IRMI	90,6 (87,5-93,9)	91,2 (89,1-94,8)	90,2 (84,8-92,9)
LRES	44,9 \pm 1,3	45,0 \pm 1,4	44,8 \pm 1,3

Conforme a la distribución de los datos, los valores están expresados con promedio y desviación estándar: $X \pm DE$, frecuencia y porcentaje: n (%) y mediana con rango intercuartil: Me (Q1-Q3).

tatura de tipo metrocórmico (las extremidades inferiores y el segmento cabeza-cuello-tronco son iguales). Para los valores del índice IRMI y el LRES, la mayoría (60,0 % y 50,5 %) de la población obtuvo una clasificación macroesquelética (extremidades inferiores largas) y braquibraquial (extremidades superiores cortas) respectivamente. Con respecto al somatotipo, el 56,8 % de la población tenía un perfil mesomorfo (robustez músculo-esquelética).

Con respecto a la evaluación funcional del movimiento solo un deportista manifestó dolor durante la prueba, correspondiendo a la medición para estabilidad del tronco. En cada una de las pruebas evaluadas, al menos el 40 % de la población logró completar el movimiento mediante un modelo compensatorio. Conforme a lo observado en la tabla 3, las mujeres registraron mayores porcentajes de puntuación completa en las pruebas de estocada en línea, movimiento de hombros y elevación de pierna; en las pruebas restantes fueron los hombres quienes en mayor porcentaje alcanzaron esta puntuación.

Las características de composición corporal, proporcionalidad y de tipo físico estuvieron asociadas con el desempeño de las FMS. Un porcentaje de grasa muy elevado, el somatotipo endomorfo y ectomorfo, un índice metrocórmico y un índice LRES mesobraquial fueron las características que reportaron mayores prevalencias de deportistas con incapacidad de ejecutar adecuadamente las pruebas.

Específicamente en cada prueba, se encontró que, para la movilidad de tronco, aquellos con porcentaje de masa adiposa muy elevado presentan 2,03 (IC 95 % 1,08 - 3,82) más probabilidades de no completar la prueba o hacerla compensada, en comparación con los deportistas con porcentaje de masa adiposa aceptable. De igual manera, con respecto al tipo físico para la prueba de movilidad de tronco, quienes tienen tipo endomorfo o ectomorfo registran mayores prevalencias en la no realización de esta prueba de manera adecuada con un 86 % y 51 % respectivamente, con respecto al tipo mesomorfo. El somatotipo fue el factor que se asoció con el paso valla. Se encontró que, comparado con quienes son mesomorfos, la prevalencia de no ejecutar la prueba aumenta en un 58 % (IC 95 % 1,11 - 2,49) para endomorfos y 82 % (IC 95 % 1,35 - 2,45) para ectomorfos. Por su lado, para la prueba de movilidad de hom-

bros, el índice córmico de tipo braquicórmico reduce en un 40 % la prevalencia de los que no completaron la prueba con respecto al índice córmico de tipo metrocórmico. Para la elevación de pierna, en la prueba de LRES, el tipo braquibraquial reduce en 31 % dicha prevalencia con respecto al tipo mesobraquial (RPc = 0,69; IC 95 % 0,52 - 0,92), mientras que, aquellos con un porcentaje elevado de grasa corporal tienen una prevalencia de 73 % mayor de no ejecutar la prueba de manera adecuada, comparados con aquellos de porcentaje de grasa aceptable (RPc = 1,73; IC 95 % 1,07 - 2,80). La tabla 4 muestra los hallazgos bivariados.

DISCUSIÓN

Este estudio encontró que los indicadores antropométricos que se asocian al movimiento funcional en deportistas del TEAM Medellín son: en composición corporal, el porcentaje de masa adiposa elevado; en proporcionalidad corporal, el Índice córmico metrocórmico y el LRES mesobraquial; y en tipo físico, el somatotipo endomorfo y ectomorfo. Para la batería de pruebas FMS, solo 4 de las 7 pruebas requeridas (estabilidad de tronco, paso de valla, movilidad de hombros y elevación de la pierna) estuvieron asociadas a variables cineantropométricas, y estas fueron diferenciales entre ellas con respecto a dichos factores, dado que los niveles de las pruebas evalúan diferentes capacidades del movimiento dentro de las cuales se encuentra la movilidad, la estabilidad y el control motor⁽⁶⁾.

Por lo que se logró identificar en la literatura, este sería uno de los primeros estudios en la exploración de la asociación entre los indicadores de composición corporal, proporcionalidad y tipo físico con la valoración de la calidad del movimiento funcional en población deportiva juvenil de Colombia.

Es bien conocida la estrecha relación existente entre la composición corporal y el rendimiento deportivo, los resultados encontrados en cuanto a composición corporal van en la línea que reporta la evidencia científica, por tanto, no sorprende que un deportista, sin importar su etapa de curso vital humano, cuanta más tendencia tenga a la elevada adiposidad (endormorfia) o mayor componente graso de su masa corporal, va a tener difi-

cultades en su desempeño en entrenamientos o competiciones y resultados en test físicos y médicos⁽¹⁹⁾. De acuerdo con lo anterior, empezar a evaluar en conjunto el tipo físico, la proporcionalidad y la composición corporal del atleta con los patrones de movimiento permitirán identificar las dificultades que el deportista puede presentar en movilidad, estabilidad y control motor.

En las pruebas de estabilidad de tronco y elevación de pierna, los resultados del presente estudio mostraron que el porcentaje de la masa adiposa alto fue una de las variables que se asoció con la ejecución incompleta o inadecuada de las pruebas. Este hallazgo es coherente con los de varios estudios, entre ellos el de Nicolozakes y cols.⁽²⁰⁾, realizados en una población similar a la estu-

TABLA 3. Caracterización de los patrones de movimiento funcional. *Functional Movement Screen (FMS)*.

Características	Total n = 95; n (%)	Hombre n = 52; n (%)	Mujer n = 43; n (%)
Paso Valla			
Incompleto/Compensado	62 (65,3)	32 (61,5)	30 (69,8)
Completo	33 (34,7)	20 (38,5)	13 (30,2)
Sentadilla			
Incompleto/Compensado	70 (73,7)	37 (71,2)	33 (76,7)
Completo	25 (26,3)	15 (28,8)	10 (23,3)
Estabilidad de tronco			
Incompleto/Compensado	59 (62,1)	28 (53,9)	31 (72,1)
Completo	36 (37,9)	24 (46,2)	12 (27,9)
Estocada en línea			
Incompleto/Compensado	75 (78,9)	44 (84,6)	31 (72,1)
Completo	20 (21,1)	8 (15,4)	12 (27,9)
Estabilidad de rotación			
Incompleto/Compensado	82 (86,3)	43 (82,7)	39 (90,7)
Completo	13 (13,7)	9 (17,3)	4 (9,3)
Movimiento de hombros			
Incompleto/Compensado	68 (71,6)	43 (82,7)	25 (58,1)
Completo	27 (28,4)	9 (17,3)	18 (41,9)
Elevación de pierna			
Incompleto/Compensado	77 (81,1)	46 (88,5)	31 (72,1)
Completo	18 (18,9)	6 (11,5)	12 (27,9)

TABLA 4. Características antropométricas de composición corporal, proporcionalidad y tipo físico asociados a los patrones de movimiento funcional (FMS). Functional Movement Screen (FMS)

	Incom/Comp n (%)	Completo n (%)	RP (95 % IC)	p-valor
FMS Estabilidad Tronco				
Porcentaje Masa Adiposa				<0,001
Aceptable	6 (40,0)	9 (60,0)	1	
Elevado	10 (37,0)	17 (63,0)	0,93 (0,42 - 2,04)	
Muy elevado	43 (81,1)	10 (18,9)	2,03 (1,08 - 3,82)	
Somatotipo				0.003*
Mesomorfo	26 (48,1)	28 (51,9)	1	
Endomorfo	17 (89,5)	2 (10,5)	1,86 (1,35 - 2,55)	
Ectomorfo	16 (72,7)	6 (27,3)	1,51 (1,04 - 2,20)	
FMS Paso Valla				
Somatotipo				<0.001*
Mesomorfo	27 (50,0)	27 (50,0)	1	
Endomorfo	15 (78,9)	4 (21,1)	1,58 (1,11 - 2,49)	
Ectomorfo	20 (90,9)	2 (9,1)	1,82 (1,35 - 2,45)	
FMS Movilidad Hombros				
Índice Córmico				0.014
Metrocórmico	39 (83,0)	8 (17,0)	1	
Braquicórmico	12 (50,0)	12 (50,0)	0,60 (0,40 - 0,92)	
Macrocórmico	17 (70,8)	7 (29,2)	0,85 (0,64 - 1,14)	
FMS Elevación Pierna				
LRES				0,010*
Mesobraquial	29 (72,5)	11 (27,5)	1	
Braquibraquial	44 (91,7)	4 (8,3)	0,69 (0,52 - 0,92)	
Macrobraquial	4 (57,1)	3 (42,9)	0,79 (0,40 - 1,53)	
Porcentaje Masa Adiposa				0,001*
Aceptable	8 (53,3)	7 (46,7)	1	
Elevado	20 (74,1)	7 (25,9)	1,39 (0,82 - 2,34)	
Muy elevado	49 (92,4)	4 (7,6)	1,73 (1,07 - 2,80)	

Variables categóricas descritas utilizando frecuencias absolutas (n) y relativas. *Fisher's exact test. Significancia estadística $\alpha < 0,05$

diada, en los que se evidencia que hay una correlación negativa significativa entre el porcentaje de grasa y el puntaje total de las pruebas FMS. En adición, la literatura evidencia una relación negativa entre porcentaje de masa adiposa y la prueba de sentadilla profunda, resultado que contrasta con los hallazgos del presente estudio, ya que en esta prueba no se encontró una asociación significativa entre estas variables. Posiblemente estas diferencias se deban a la homogeneidad de la población en la mayoría de las variables del estudio, siendo más difícil encontrar asociaciones.

Una hipótesis que se plantea a la luz de los resultados encontrados en la prueba de estabilidad tronco sobre porcentaje de masa adiposa elevado o muy elevado y un tipo físico con tendencia a la adiposidad, podría deberse principalmente al peso excesivo que debe soportar el deportista y en menor medida a la poca calidad muscular en la zona o región CORE. El estudio de Toselli y Campa⁽²¹⁾ aporta una opinión similar encontrando que una flexibilidad y movilidad óptimas estaban estrechamente relacionadas con los caracteres antropométricos, con especial énfasis en la grasa corporal.

Respecto a la variable sexo, los resultados en este estudio mostraron que las mujeres presentan menores puntuaciones en relación con la calidad del movimiento funcional, excepto en la prueba de estocada en línea, en concordancia, con autores como Anderson y cols.⁽²²⁾ que hallaron en su estudio que las mujeres puntuaban más bajo en el total del FMS. Analizando individualmente las pruebas se encuentra que las mujeres tenían puntajes más bajos en estocada en línea y en la estabilidad de tronco, a diferencia de la presente investigación donde las mujeres puntuaban mejor en estocada en línea. Esto puede deberse a la diferencia de la población entre los estudios, ya que, en el estudio mencionado son atletas interescolares, mientras que en este estudio son atletas con proyección nacional e internacional con varios años de edad deportiva, haciendo que los puntajes varíen según el nivel; y además, es importante tener en cuenta los cambios que pueden existir en el nivel de maduración, la capacidad funcional y el control neuromuscular de la población^(23, 24). Por otro lado, Scheniders y cols.⁽²⁵⁾ mencionan que no hay diferencias significativas entre hombres y mujeres con relación a los puntajes del FMS en población activa joven.

En el tipo físico, el somatotipo endomorfo y ectomorfo mostraron un porcentaje mayor de los que no completaron o completaron con compensaciones para las pruebas de estabilidad de tronco y paso de valla; en el estudio de Kelch y Gulgin⁽²⁶⁾, refieren que el somatotipo es relevante para el desempeño atlético, pero en sus resultados con relación a las pruebas del FMS se halló una varianza muy baja en los promedios del total de los puntajes entre los diferentes somatotipos, por lo tanto, sugieren que el somatotipo no es predictivo para el cambio del puntaje total.

En otro estudio⁽¹⁷⁾ realizado en 36 hombres entrenados, se encontró que el tipo físico mesomorfo fue el mejor predictor del rendimiento anaeróbico para el entrenamiento de fuerza, sin embargo, los hallazgos de la presente investigación que asocia la mesomorfia con mejor posibilidad de movilidad de cadera y rodillas no son suficientes para afirmar que esta clasificación del somatotipo está estrechamente relacionada con un mejor control postural dinámico ni transferencias de bipodal a monopodal, pero se recomienda para futuras investigaciones continuar evaluando dichas asociaciones que servirían de apoyo en la identificación y selección de talentos deportivos de disciplinas donde la movilidad, estabilidad y control motor son aspectos determinantes para el desarrollo de la fuerza y desempeño deportivo.

Según una evidencia previa reciente se ha documentado que hay ausencia de registros en los que se evalúe la relación del somatotipo y el desempeño de las pruebas FMS en población juvenil encontrando que este es un factor determinante en estabilidad de tronco y en paso valla⁽²⁷⁾.

Los resultados del presente estudio sugieren que deportistas con un tronco medio (metrocórmicos) o con longitud de extremidades superiores intermedias (meso braquiales) no presentan mayor ventaja mecánica para completar algunas pruebas FMS, lo cual puede ser coherente con el supuesto que las características morfológicas pueden condicionar el desempeño en diferentes disciplinas deportivas y, por ende, el alcance de logros deportivos. Adicionalmente, la escasa información disponible sobre la relación de índices de proporcionalidad como el LRES e índice córmico dificultan la comparación con otras poblaciones; Tabora Iglesias y cols.⁽²⁸⁾ realizaron un análisis de la proporcionalidad corporal en deportistas de gimnasia acrobática concluyendo que no es clara

la evolución gradual de las diferencias en la proporcionalidad de las atletas. Sin embargo, conocer sus especificidades, permite realizar una buena detección de talentos.

La evidencia ha mostrado el rendimiento de las pruebas FMS en escala continua lo que ha permitido correlacionar con otras variables los cambios en este desenlace. Este estudio las agrupó en categorías (completa vs incompleta) dado que la población de estudio tenía características muy homogéneas en términos del rendimiento deportivo, lo que no permitió poner de relieve diferencias en los valores continuos.

CONCLUSIÓN

Esta investigación encontró que un porcentaje de grasa muy elevado se relacionó con una mayor prevalencia de no completar adecuadamente las pruebas de movilidad de tronco y elevación de pierna; el somatotipo endomorfo y ectomorfo se relacionó con una mayor prevalencia de no completar adecuadamente las pruebas de movilidad de tronco y paso valla; para la prueba de movilidad de hombro el LRES braquicórmico se relacionó con una mayor prevalencia de no completar adecuadamente la prueba. Un índice cómicometrocórmico y LRES mesobraquial son las características que parecen asociarse con una mayor prevalencia de no completar adecuadamente las pruebas de FMS, principalmente las relacionadas con estabilidad de tronco, paso de valla, movilidad de hombro y elevación de pierna. Aunque evidencia previa ha mostrado que algunas de estas condiciones (somatotipo y proporcionalidad corporal) no logran predecir este rendimiento, los hallazgos sugieren nuevas hipótesis que deben ser comprobadas a través de estudios más robustos, con poblaciones más heterogéneas en términos de rendimiento deportivo y edad.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los procedimientos que se han seguido en este estudio cumplen los principios básicos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, actualizada en 2013 en Fortaleza (Brasil) y completada con la declaración de Taipéi

de 2016. sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos.

Confidencialidad y consentimiento informado.

Los autores declaran ser los responsables de llevar a cabo los protocolos establecidos por su centro para evaluar a los sujetos participantes con finalidad de investigación y divulgación científica, y garantizan haber cumplido la exigencia de haber informado de forma verbal y escrita a todos los participantes que formaron parte del estudio, estando en posesión del consentimiento informado firmado por los sujetos.

Confidencialidad de los datos y derecho a la privacidad. Los autores declaran la garantía de la privacidad de los datos de los voluntarios y manifiestan que el manuscrito publicado no incumple la normativa de protección de datos de carácter personal. No se utilizan nombres, ni iniciales, ni números de historia clínica (o cualquier tipo de dato para la investigación que pudiera identificar a los participantes).

Declaración de conflictos de interés. Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Financiación. El presente estudio contó con el apoyo de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos de la Universidad CES.

Fuente de apoyo. Este estudio fue apoyado por la Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos de la Universidad CES.

Contribuciones de autoría. Todos los autores reconocen que han contribuido intelectualmente al desarrollo del estudio, y declaran que han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito, cumpliendo los requisitos para la autoría.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a todos los jóvenes atletas, padres y practicantes del programa TEAM Medellín y a la Facultad de Ciencias de la Nutrición y los

Alimentos y Facultad de Fisioterapia de la Universidad CES, su colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manonelles Marqueta P, Franco Bonafonte L, De Teresa Galván C, Del Valle Soto M, Gaztañaga Aurrekoetxea T, García-Nieto Portabella JN, et al. Professional attributions regarding health-related exercise from the Spanish Sports Medicine Society. *Arch Med Deporte*. 2021; 38(2): 120–6.
- Isak - La Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. [Internet]. [cited 2022 Jul 5]. Available from: <https://www.isak.global/>
- Peniche Zeevaert C, Boullosa B. *Nutrición aplicada al deporte*. Madrid: McGraw-Hill; 2011.
- Fitton Davies K, Sacko RS, Lyons MA, Duncan MJ. Association between Functional Movement Screen Scores and Athletic Performance in Adolescents: A Systematic Review. *Sports (Basel)*. 2022 Feb 22; 10(3): 28.
- Zećirović A, Rodić D, Manić M, Čaprić I, Stratakis K, Mavrić A, Hačković S, Mekić R. FMS screening as a revolutionary - rehabilitative measuring instrument in sports and recreation. *SIZ [Internet]* 2020; 15(1): 153–64.
- Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *N Am J Sports Phys Ther*. 2006 May; 1(2): 62–72.
- Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *N Am J Sports Phys Ther*. 2006 Aug; 1(3): 132–9.
- Warren M, Linger M, Chimera N, Smith C. Utility of FMS to understand injury incidence in sports: current perspectives. *Open Access J Sports Med*. 2018 Sep 7; 9: 171–82.
- Krkelj Z, Kovac D. Relationship between functional movement screen, athletic and karate performance in adolescents. *Hum Mov*. 2021 22(2): 16–21.
- Yildiz S. Relationship Between Functional Movement Screen and Some Athletic Abilities in Karate Athletes. *Journal of Education and Training Studies*. 2018 Aug; 6(8) :66–9.
- Yildiz S. Relationship between Functional Movement Screen and Athletic Performance in Children Tennis Players. *Universal Journal of Educational Research*. 2018; 6(8): 1647–51.
- Filipčić A, Filipčić T. The Functional Movement Screen's Relation to Young Tennis Players' Injury Severity. [La relación de la Evaluación Funcional del Movimiento con las lesiones de los jóvenes jugadores de tenis]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 2020 Jan; 59(16): 1–11.
- Gustafson AM, Darby LA, Berger BG. Functional Movement Testing of Female Track and Field Athletes: Before and After an Indoor Season. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2021 Feb; 24(1): 54–72.
- Lucas D, Neiva H, Marinho D, Ferraz R, Rolo I, Duarte-Mendes P. Functional Movement Screen® evaluation: comparison between elite and non-elite young swimmers: FMS® and performance in swimming. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 21(2): 163–73.
- Vernetta Santana M, Salas Morillas A, Peláez-Barrios EM, López-Bedoya J. Calidad de movimiento en adolescentes practicantes y no practicantes de Gimnasia Acrobática mediante la batería Functional Movement Screen (Quality of movement in Acrobatic Gymnastics teenagers and non-practitioners using the Functional Movement Screen bat). *Retos*. 2021; 41: 879–86.
- Berral de la Rosa FJ. *Jornadas Médico Sanitarias sobre Atletismo: Huelva, 25, 26 y 27 de junio de 2004*. Huelva: Diputación Provincial de Huelva; 2005.
- Ryan-Stewart H, Faulkner J, Jobson S. The influence of somatotype on anaerobic performance. *PLoSOne*. 2018 May 22; 13(5): e0197761.
- Quinchia Castro AE. *Lineamientos de Política Pública en Ciencias del Deporte - Nutrición*. 1st ed. Bogota: Departamento Administrativo del Deporte, la Recreación, la Actividad Física y el Aprovechamiento del Tiempo Libre- COLDEPORTES; 2016. 416 p.
- Lockie RG, Carlock BN, Ruvalcaba TJ, Dulla JM, Orr RM, Dawes JJ, et al. Skeletal Muscle Mass and Fat Mass Relationships With Physical Fitness Test Performance in Law Enforcement Recruits Before Academy. *J Strength Cond Res*. 2021 May 1; 35: 1287–95.
- Nicolozakes CP, Schneider DK, Roewer BD, Borchers JR, Hewett TE. Influence of Body Composition on Functional Movement Screen™ Scores in College Football Players. *J Sport Rehabil*. 2018 Sep 1; 27(5): 431–7.
- Toselli S, Campa F. Anthropometry and Functional Movement Patterns in Elite Male Volleyball Players of Different Competitive Levels. *J Strength Cond Res*. 2018 Sep; 32(9): 2601–11.

22. Anderson BE, Neumann ML, Huxel Bliven KC. Functional Movement Screen Differences Between Male and Female Secondary School Athletes. *J Strength Cond Res.* 2015 Apr; 29(4): 1098–106.
23. Perry FT, Koehle MS. Normative Data for the Functional Movement Screen in Middle-Aged Adults. *J Strength Cond Res.* 2013 Feb; 27(2): 458–62.
24. Paszkewicz JR, McCarty CW, Van Lunen BL. Comparison of Functional and Static Evaluation Tools Among Adolescent Athletes. *J Strength Cond Res.* 2013 Oct; 27(10): 2842–50.
25. Schneiders AG, Davidsson A, Hörman E, Sullivan SJ. Functional movement screen normative values in a young, active population. *Int J Sports PhysTher.* 2011 Jun; 6(2): 75–82.
26. Kelch AJ, Gulgin HR. Functional Movement Screen Score by Somatotype Category. *Clinical Kinesiology.* 2017; 71(1): 1–7.
27. Vehrs PR, Uvacsek M, Johnson AW. Assessment of Dysfunctional Movements and Asymmetries in Children and Adolescents Using the Functional Movement Screen—A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Nov 27; 18(23): 12501.
28. Taboada-Iglesias Y, Vernetta-Santana M, Alonso-Fernández D, Gutiérrez-Sánchez Á. Modelo Phantom e índices de proporcionalidad en categorías de edad de gimnasia acrobática: un estudio transversal y descriptivo. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2021; 25 (Supl. 1): e1091.