



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN – *versión post-print*

Esta es la versión revisada por pares aceptada para publicación. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.

Relación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico en atletas hombres juveniles de karate: un estudio observacional

Relationship between body composition characteristics and physical performance in male karate youth athletes: an observational study

Alex Ojeda-Aravena^{a,b*}, Tomás Herrera-Valenzuela^{c,d}, José Manuel García-García^b.

^a Grupo de Investigación del Laboratorio de Desempeño Humano, Calidad de Vida y Bienestar, departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.

^b Facultad de Ciencias del Deporte, Laboratorio de Entrenamiento Deportivo, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España.

^c Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile.

^d Escuela de Ciencias del Deporte, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.

* alex.ojeda@ulagos.cl

Recibido: 26/05/2020; Aceptado: 19/06/2020; Publicado: 14/07/2020

CITA: Ojeda-Aravena A, Herrera-Valenzuela T, García-García JM. Relación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico en atletas hombres juveniles de karate: un estudio observacional. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2020; 24(4). doi: 10.14306/renhyd.24.4.1074 [ahead of print]

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos se publiquen antes de su formato final (antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado y/o publicado). De este modo, intentamos poner los artículos a disposición de los lectores/usuarios lo antes posible.

The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles are published before its final format (before the number to which they belong is closed and/or published). In this way, we try to put the articles available to readers/users as soon as possible.

RESUMEN

Introducción: El propósito de este estudio fue examinar la relación entre las características de la composición corporal y los componentes del rendimiento físico en atletas de karate hombres juveniles de Chile.

Material y métodos: Diseño observacional con 18 atletas hombres juveniles que compiten habitualmente en diferentes categorías de edad en competencias regionales y nacionales. Se evaluó la masa corporal (MC), la masa grasa (MG), % masa grasa (% MG), masa muscular (MM), el salto Squat jump (SJ), el countermovement jump (CMJ), la velocidad lineal en 0-5 m, el cambio de dirección (COD) y la prueba 20meters shuttle run (20MSR).

Resultados: La muestra presentó las siguientes características: 16,4 (3,5) años; 167,3 (7,3) cm; 69,5 (11,8) kg; 3 (1) años de experiencia. Entre los principales hallazgos de este estudio en términos de promedio se documentó un incremento de la MC y la MM a medida que avanza la edad. La MG fluctuó y se documentó una menor MG y %MG en la categoría 6-17 años. En términos del RF en SJ, CMJ, COD, se observó un rendimiento superior en la categoría 16-17 años. Además, se documentaron relaciones significativas ($p < 0,05$) entre la MG y SJ ($r = -0,49$), CMJ ($r = -0,55$) y 10-M ($r = 0,53$). Así también entre el% MG y SJ ($r = -0,61$), CMJ ($r = -0,64$). En tanto relaciones moderadas a bajas se documentaron entre la MM y las variables analizadas.

Conclusiones: Los datos del presente estudio que la masa grasa y el % de masa grasa se relacionarán más que la masa muscular y la masa corporal con el rendimiento físico en atletas de karate juveniles. Los técnicos podrían considerar estrategias para disminuir la masa grasa y mantener la masa muscular para optimizar el rendimiento en atletas de karate.

Palabras clave: Índice de Masa Corporal; Músculos; Tejido Adiposo; Ejercicio Físico; Rendimiento Atlético; Artes Marciales; Karate.

ABSTRACT

Introduction: The purpose of this study was to examine the relationship between body composition characteristics and components of physical performance in youth male karate athletes from Chile.

Material and methods: Observational design with 18 young male athletes competing in different age categories in regional and national competitions. Body mass (MC), fat mass (MG), % fat mass (% MG), muscle mass (MM), squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ), linear speed at 0-5 M, change of direction (COD) and the 20 meters shuttle run (20MSR) test were evaluated.

Results: The sample was made up of 18 youth athletes with the following characteristics: 16.4 (3.5) years; 167.3 (7.3) cm; 69.5 (11.8) kg; 3 (1) years of experience regularly. Among the main findings of this study in terms of average, an increase in MC and MM was documented as age advances. MG fluctuated and a lower MG and % MG were documented in the 6-17 years category. In terms of the RF in SJ, CMJ, COD, superior performance was observed in the 16-17 year category. Furthermore, significant relationships ($p < 0.05$) were documented between MG and SJ ($r = -0.49$), CMJ ($r = -0.55$) and 10-M ($r = 0.53$). So also between % MG and SJ ($r = -0.61$), CMJ ($r = -0.64$). As moderate to low relationships were documented between the MM and the variables analyzed.

Conclusions: The data from the present study that fat mass and % fat mass will be related more than muscle mass and body mass with physical performance in youth karate athletes. Coaches may consider strategies to decrease fat mass and maintain muscle mass to optimize performance in karate athletes.

Keywords: Body Mass Index; Muscles; Adipose Tissue; Exercise; Athletic Performance; Martial Arts; Karate.

INTRODUCCIÓN

El karate es un deporte de combate complejo caracterizado por el uso de acciones motoras veloces y explosivas intermitentes de alta-intensidad que incluyen técnicas de manos y piernas¹ y donde se ha sugerido que la fuerza explosiva, la aceleración lineal y el cambio de dirección son componentes del rendimiento físico (RF) determinantes en este deporte^{2,3}. A su vez, es un deporte de características metabólicas mixtas, por lo que los atletas necesitan de una adecuada función cardiorrespiratoria para desarrollar un eficiente rendimiento durante y entre los combates sucesivos, además de una rápida recuperación entre el uso de las técnicas explosivas^{2,4}. Además, para controlar las principales diferencias entre los atletas, las competencias se organizan de acuerdo con la edad, el sexo del atleta y el peso corporal donde en particular, la composición en particular juega un rol relevante³.

De acuerdo con lo anterior, en la actualidad el estudio de las características físicas y su relación con un rendimiento óptimo (optimización morfológica) es un ámbito de interés en los deportes de combate⁵. Hay que precisar que la masa corporal, está determinada por la composición corporal (CC). Esta se puede organizar de acuerdo con un modelo integral que consta de cinco niveles de complejidad creciente: I, atómico; II, molecular; III, celular; IV, sistema tisular; y V, cuerpo entero^{6,7}. La mayoría de los estudios de poblaciones atléticas se centran principalmente en la estimación de compartimentos moleculares y la descripción de parámetros de todo el cuerpo⁷. La absorciometría de doble energía rayos X (DXA) es el instrumento considerado el gold standard para evaluar la CC. Esta herramienta permite caracterizar la masa grasa (FM), la masa libre de grasa (MLG) dividiéndola en dos componentes, tejido magro (MM) y contenido mineral óseo (CMO)⁶. Sin embargo, su uso es limitado en la práctica dado su alto costo de adquisición y traslado. En este sentido la impedancia bioeléctrica (BIA) es un método alternativo que ha sido utilizado recientemente para caracterizar la CC en deportes de combate^{8,9}. Entre la importancia de una adecuada CC en este deporte, de acuerdo con Chaabene y cols.³ es que un aumento de peso corporal debido a la acumulación de grasa podría conducir a los atletas a un bajo rendimiento atlético o hacerlos competir en categorías de mayor peso, reduciendo drásticamente la capacidad de rendimiento, dado que necesitan mover la masa corporal rápidamente para puntuar¹⁰. La evidencia además muestra que atletas internacionales presentan un bajo % de masa grasa, que oscila entre 7,5% a 16,8% y una mayor masa libre de grasa en atletas de élite vs novatos³.

En karate la relación entre la CC y los componentes de la fuerza explosiva han sido estudiados previamente utilizando los saltos verticales squat jump (SJ) y countermovement jump (CMJ)¹¹. En otros deportes de combate como taekwondo, recientemente los autores Ojeda-Aravena y cols.⁹ mostraron una relación entre la CC y las métricas del RF general que incluyeron la fuerza explosiva a través de SJ y CMJ, la velocidad lineal en 5 m, la potencia aeróbica máxima, y de manera específica las pruebas de frecuencia de patadas múltiples, y la prueba de agilidad específica en taekwondo. En otros deportes como judo también se ha observado una relación entre la CC y las pruebas SJ, CMJ y componentes aeróbicos y anaeróbicos¹². Sin embargo, en karate la influencia en otras habilidades como la velocidad lineal, el cambio de dirección y la potencia aeróbica máxima se desconocen.

En consecuencia, hipotetizamos que la masa grasa y masa muscular estarían más relacionadas que la masa corporal con el RF. Por tanto, el propósito de este estudio fue examinar la relación entre las características de la composición corporal y los componentes del rendimiento físico en atletas de karate hombres juveniles de Chile.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

Estudio observacional transversal con selección de la muestra por conveniencia diseñado para describir y examinar la relación entre las características de la composición corporal (CC) y los componentes del rendimiento físico (RF) en atletas de karate hombres juveniles de Chile.

Procedimientos

Las mediciones se realizaron posteriores a 48 horas del último entrenamiento físico durante la última semana del mes de Enero del 2020. 2 semanas previas los participantes completaron 1 sesión de familiarización con los protocolos de medición del rendimiento físico para reducir el efecto de aprendizaje de los procedimientos. Todas las pruebas estandarizadas fueron programadas entre las 9:00 y las 11:00 horas de la mañana durante el sábado 29 y el domingo 30 de enero del 2020 en un recinto cerrado y supervisadas por el investigador principal, y tomadas por un investigador asistente especialista en la medición en ciencias de la salud y el deporte, quien estuvo cegado de los participantes del estudio al momento de las mediciones. Entre las condiciones de vestimenta se solicitó a los participantes utilizar camiseta, pantalón corto y calzado para correr. Durante el primer día se midió la edad, talla, y las características de la CC en estado de ayuno. Al día siguiente se midieron las métricas del RF. Previo a las mediciones todos los participantes fueron instruidos para que (a) descansaran de manera adecuada la noche anterior durmiendo 8 o más horas, (b) no consumieran bebidas estimulantes previa las mediciones, (c) consumieran ~2 litros de agua durante el día anterior, (d) no modificar sus hábitos alimentarios habituales

Durante el día de las mediciones del RF los participantes fueron instruidos para dar su máximo esfuerzo durante las pruebas. El orden de las pruebas fue establecido de acuerdo a la intensidad de cada prueba en el siguiente orden: squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ), velocidad lineal en 0-5 m (5-M), cambio de dirección (COD) y prueba 20-meters shuttle run (20MSR). Se aplicó un calentamiento habitual a este deporte durante ~15 minutos que consistió en movilidad articular, trote suave por 5 minutos, estiramientos dinámicos, saltos dinámicos durante 30 segundos, técnicas dinámicas de manos y pies. Para todas las mediciones se eligió el mejor de los 3 intentos excepto 20MSR. Un intervalo de descanso de 5 a 10 minutos fue aplicado entre cada prueba para reducir los efectos de fatiga¹³.

Participantes

Inicialmente 20 atletas hombres juveniles que participan anualmente en competencias regionales y nacionales de academias de karate de la región de los Lagos, Chile fueron voluntariamente reclutados para este estudio.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: i) entrenamiento sistemático por más de dos años, durante al menos tres veces por semanas, ii) entrenamiento ininterrumpido previo a su inclusión en el estudio durante ≥ 6 meses, iii) ausencia de lesiones músculo-esqueléticas, iv) encontrarse preparando competencias o torneos organizados por la Federación Deportiva Nacional de Karate de Chile v) tener una edad comprendida entre 12 a 30 años. 2 atletas fueron excluidos por edad extrema. Finalmente, la muestra quedó conformada por 18 atletas hombres.

Todos los participantes fueron informados acerca de los riesgos y beneficios del estudio firmando favorablemente un asentimiento y consentimiento informado antes de comenzar las mediciones y el estudio. El estudio se condujo de acuerdo a la declaración de Helsinki y el comité de evaluación de propuestas de investigación del Departamento de Ciencias de la Actividad Física de la Universidad de los Lagos.

Instrumentos

Mediciones Antropométricas: La talla (cm) se evaluó a través de un estadiómetro (Bodymeter 206) con precisión de 1 mm siguiendo los protocolos estándares¹⁴. Brevemente los participantes se ubicaron sin zapatos, con los talones unidos, espalda y glúteos tocando la superficie vertical del estadiómetro y la cabeza colocada en el plano de Frankfort.

Composición Corporal (CC): La masa corporal (kg) y las características de la CC que incluyeron el % de masa grasa (%MG), la masa grasa (MG) y la masa muscular (MM) se evaluaron mediante escala eléctrica de impedancia biológica (InBody120, tetrapolar 8-point tactile electrodes system, model BPM040S12F07, Biospace, Inc., USA, a 0,1 kg)¹⁵ utilizando los protocolos de mediciones estándares.

Salto vertical: Para evaluar las características de la fuerza explosiva de manera concéntrica se utilizó la prueba squat jump (SJ) y la prueba countermovement jump (CMJ) para evaluar el ciclo acortamiento-estiramiento utilizando la altura máxima alcanzada (cm) del salto vertical mediante una plataforma de contacto electrónica (Ergojump; Globus, Codogne, Italy) con una

precisión de 0,01 m. Las pruebas fueron tomadas siguiendo los procedimientos estándares¹³. Se completaron tres intentos, con un minuto de recuperación entre intentos¹⁶ y el intento de mejor rendimiento se utilizó para el análisis estadístico posterior.

Velocidad lineal en 0-5 m (5-M): Para evaluar la velocidad inicial se registraron los tiempos (segundos) en 0-5 m. Las pruebas se realizaron en una superficie de gimnasio de madera registrando la velocidad mediante sistema de cronometraje automático mediante fotocélulas electrónicas (Brower Timing System, Salt Lake City, UT) con precisión de 0,001 s, siguiendo los protocolos estándares¹⁷. Se completaron tres ensayos máximos, con seis minutos de recuperación entre ensayos¹⁸ utilizando el mejor para análisis estadístico.

Cambio de dirección (COD): La habilidad de sprint con cambio de dirección COD se evaluó mediante la utilización de la prueba de Illinois siguiendo los procedimientos estándares¹⁹. La velocidad se registró mediante sistema de cronometraje automático con fotocélulas electrónicas (Brower Timing System, Salt Lake City, UT) con precisión de 0,001 s. Se completaron 2 ensayos, utilizando el mejor para el análisis estadístico, con un descanso de 4 minutos entre intentos.

20 m shuttle run test (20MSR): Mediante la prueba 20MSR se evaluó la potencia aeróbica máxima de los participantes de acuerdo a los procedimientos de Leger y Lambert²⁰. Las puntuaciones se expresaron como el último minuto que los participantes completaron. Se completó un ensayo, el cuál fue utilizado para el análisis estadístico posterior.

Análisis estadístico

Todos los datos descriptivos de las características de la composición corporal y del rendimiento físico de los atletas fueron presentados utilizando la media y desviación estándar. La normalidad de los datos fue verificada utilizando la prueba de Shapiro-Wilk.

Para examinar la relación entre las características de la composición corporal con las del rendimiento físico se utilizó correlación de Pearson (r), donde de 0 a 0,30, o 0 a -0,30 se consideró [baja]; 0,31 a 0,49, o -0,31 a -0,49 [moderada]; 0,50 a 0,69, o -0,50 a -0,69 [grande]; 0,70 a 0,89, o -0,70 a -0,89 [muy grande]; y 0,90 a 1,0, o -0,90 a 1,0 una correlación [casi perfecta a perfecta]. Además, se estimó el coeficiente de determinación (R^2) para expresar el porcentaje de cambio de los componentes de la condición física analizadas según el cambio de las características de la composición corporal²¹.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico GraphPad Prism (versión 6.0, San Diego, California). Se utilizó el 95% de coeficiente de intervalo de confianza (95%CI). El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0,05$.

RESULTADOS

La tabla 1 ilustra las características generales y categorizadas por edad de la CC y las métricas del RF de los atletas analizados. Entre los principales resultados en la CC se observó un incremento de la MC y la MM a medida que avanzaba la edad. La MG fluctuó y se documentó una menor MG y %MG en la categoría 6-17 años. En términos del RF en SJ, CMJ, COD, se reportó un rendimiento superior en la categoría 16-17 años. En las variables 5-M se documentó un rendimiento superior en la categoría 14-15 años. En tanto en la prueba 20MSR un rendimiento superior en la categoría <14 años.

Tabla 1. Características generales y por edad de competición de la CC y RF de los atletas analizados (n = 18).

	Total (n = 18)	No oficiales <14 años (n = 4)	Cadetes (14-15 años) (n = 4)	Junior (16-17 años) (n = 4)	Senior (>21 años) (n = 6)
Características de la composición corporal					
EDAD (años)	16,4 (3,5)	12,8 (1,6)	16,41 (3,9)	16 (0,6)	20,3 (3,9)
TALLA (cm)	167,3 (7,3)	163,2 (7,6)	167,4 (7,4)	172,2 (6,8)	168,6 (6,3)
MC (kg)	69,5 (11,8)	64,8 (6,6)	69,6 (12,1)	72,1 (9,0)	76,4 (12,5)
MM (kg)	30,3 (4,8)	26,7 (2,6)	30,0 (4,8)	32,8 (3,1)	32,9 (5,1)
MG (kg)	15,6 (7,0)	16,6 (7,7)	16,1 (6,9)	14,2 (7,2)	18,4 (4,8)
%MG	21,8 (7,7)	24,8 (9,5)	22,3 (7,5)	19,0 (7,7)	23,7 (3,9)
Métricas del rendimiento físico					
SJ (cm)	27,5 (3,9)	25,6 (5,3)	27,5 (4,0)	28,2 (2,9)	27,3 (2,6)
CMJ (cm)	28,3 (4,7)	26,8 (4,4)	28,2 (4,8)	29,4 (5,1)	27,6 (4,7)
5-M (m s ⁻¹)	0,94 (0,34)	1,07 (0,16)	0,93 (0,35)	1,0 (0,0)	1,07 (0,04)
COD (s)	16,3 (1,0)	16,0 (0,9)	16,3 (1)	15,7 (16,2)	15,9 (0,79)
20MSR (min)	7 (1)	7,9 (1,8)	7,0 (2,0)	7,2 (6,7)	6,8 (1,5)

Los datos son presentados como media (DE)

La tabla 2 muestra las relaciones entre las características de la CC y las métricas del RF analizadas. Entre los principales hallazgos significativos se documentó una relación inversa [moderada] ($p < 0,05$) entre MC y 20 MSR ($r = -0,47$; $R^2 = 0,22$; $p < 0,04$). También, entre la MG y SJ de manera inversa y [moderada] ($r = -0,49$; $R^2 = 0,24$; $p < 0,03$) y [grande] entre la MG y CMJ ($r = -0,55$; $R^2 = 0,31$; $p < 0,01$). En relación al %MG se reportaron relaciones inversas [grandes] con SJ ($r = -0,61$; $R^2 = 0,38$; $p < 0,00$) y CMJ ($r = -0,64$; $R^2 = 0,42$; $p < 0,00$). Por otra parte, en relación a la MM se observaron relaciones [moderadas] con SJ ($r = 0,30$; $R^2 = 0,09$; $p > 0,22$); 5-m ($r = 0,30$; $R^2 = 0,09$; $p > 0,22$); e inversa [moderada] en COD ($r = -0,43$; $R^2 = 0,18$; $p > 0,07$).

Tabla 2.

Relación entre las características de la CC y las métricas del RF de la muestra total analizada (n = 18)

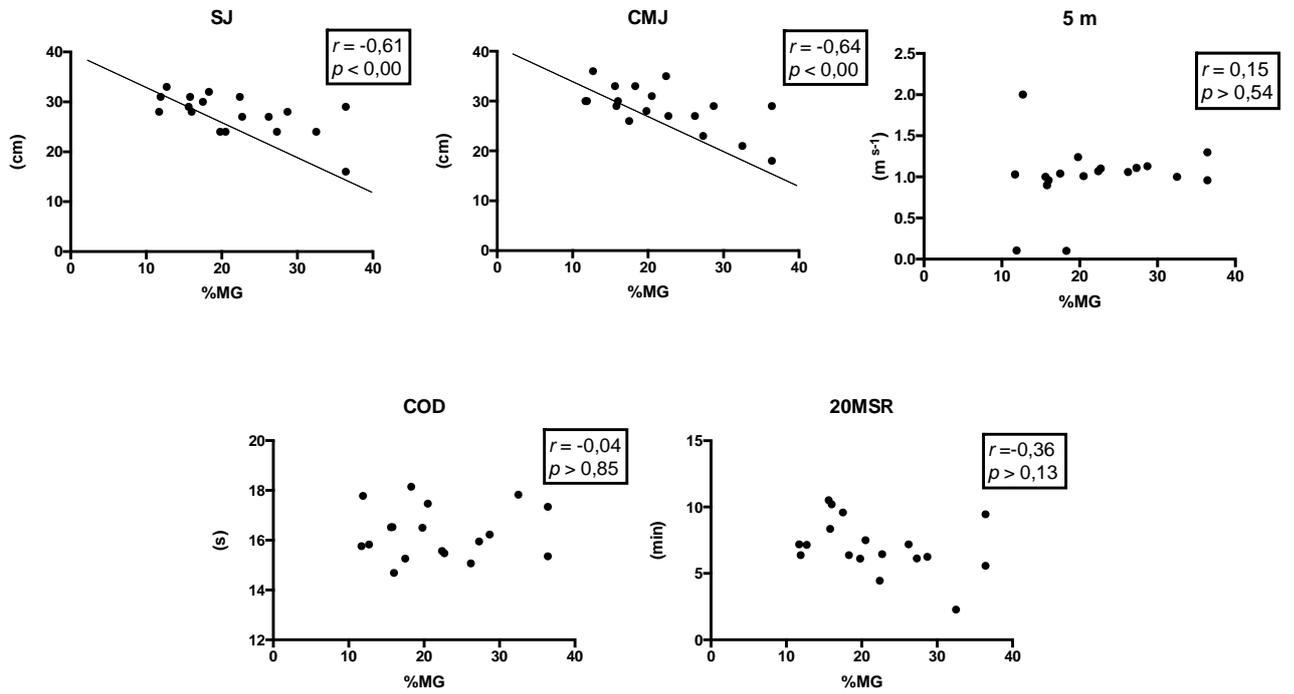
	MC (kg)			MM (kg)			MG (kg)			%MG		
	r	R ²	p	r	R ²	p	r	R ²	p	r	R ²	p
SJ (cm)	-0,09	0,00	0,71	0,30	0,09	0,22	-0,49	0,24	0,03*	-0,61	0,38	0,00*
CMJ (cm)	-0,15	0,02	0,53	0,26	0,06	0,29	-0,55	0,31	0,01*	-0,64	0,42	0,00*
5-m (m s ⁻¹)	0,32	0,10	0,18	0,30	0,09	0,22	0,20	0,04	0,41	0,15	0,02	0,54
COD (s)	-0,32	0,10	0,19	-0,43	0,18	0,07	-0,05	0,00	0,83	-0,04	0,00	0,85
20MSR (min)	-0,47	0,22	0,04*	-0,28	0,08	0,25	-0,46	0,21	0,05	-0,36	0,13	0,13

R: correlación R²: coeficiente de determinación; valor *: p < 0,05

La figura 1 ilustra la relación entre el %MG y métricas del RF analizadas de los atletas analizados (n = 18).

Figura 1.

Asociación entre el %MG y las métricas del rendimiento físico analizadas ($n=18$)



DISCUSIÓN

Este trabajo tuvo como propósito examinar la relación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico en atletas de karate hombres juveniles de Chile. Entre los principales hallazgos de este estudio se documentaron relaciones significativas ($p < 0,05$) en la MG y el rendimiento de la fuerza explosiva en SJ y CMJ y moderadas con 20MSR. De igual manera se observaron relaciones significativas ($p < 0,05$) entre %MG, SJ y CMJ y relaciones moderadas se reportaron en 20MSR. A su vez, moderadas relaciones se documentaron entre la MC y MM y la mayoría de las variables analizadas. Nuestros datos sugieren que una baja masa grasa y porcentaje de grasa se relacionaría con un mejor rendimiento físico que la masa muscular y la masa corporal en los atletas juveniles de karate.

En relación a los componentes de la fuerza explosiva reportados, estos resultados son consistentes con estudios previos. Al respecto, Spigolon y cols.¹¹ en atletas de karate de ambos sexos observaron relaciones significativas ($p < 0,05$) inversas entre el %MG y las pruebas SJ ($r = -0,74$) y CMJ ($r = -0,67$). Aunque, a diferencia de este estudio, reportaron relaciones moderadas entre la MC y SJ ($r = 0,28$) y CMJ ($r = 0,30$). En otros deportes de combate como taekwondo, recientemente los autores Ojeda-Aravena y cols.⁹ mostraron de igual manera relaciones significativas ($p < 0,05$) entre el %MG, SJ ($r = -0,89$) y CMJ ($r = -0,86$). También, entre la MG, SJ ($r = -0,89$) y CMJ ($r = -0,84$; $p < 0,05$). A su vez, aunque alta entre la MM, SJ ($r = 0,58$) y CMJ ($r = 0,58$). Por su parte, en atletas de judo de ambos sexos, Monterrosa y cols.¹² reportó antecedentes similares con los de este estudio, mostrando relaciones inversas moderadas entre MG; SJ ($r = -0,40$) y CMJ ($r = -0,38$) y entre la MM y la potencia alcanzada de forma significativa ($p < 0,05$) en SJ ($r = 0,82$) y CMJ ($r = 0,88$). De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los datos del presente estudio sugieren que un bajo %MG y MG sería más relevante que la MM en este deporte. Lo anterior estaría relacionado con las características propias del deporte. En este sentido, los atletas necesitan desplazar la MC y las extremidades de forma veloz y explosiva para puntuar por lo que una un exceso de MG y MM serían perjudiciales para el deporte³. Además, de acuerdo con las características de los entrenamientos, que usualmente son realizados con la propia MC a través del entrenamiento en combate y formas¹⁹, las adaptaciones musculares se relacionarían con aspectos neuromusculares como el incremento de la conducción nerviosa y la tasa de desarrollo de la fuerza y no necesariamente con una hipertrofia muscular²². Por otra parte, en otros deportes de combate, la masa muscular se relacionaría con la potencia muscular requerida para lograr el knockout técnico en taekwondo²³ y los derribos en judo²⁴.

Siguiendo con el análisis de los principales resultados se documentó una relación moderada inversa en la MC y la MM con el rendimiento en COD. Estos resultados son consistentes con los documentados de manera específica en atletas de taekwondo donde se reportaron relaciones moderadas con la MC ($r = -0,40$; $p > 0,05$) y significativas con la MM ($r = -0,69$)⁹. En tanto en 5-M se observaron relaciones similares aunque moderadas⁹. La habilidad de iniciar el movimiento y reaccionar velozmente, además del cambio de dirección multiplanar son habilidades complejas utilizadas durante el combate que requieren de la fuerza, la potencia muscular y adecuadas cualidades antropométricas⁹. Entre las posibles mecanismos que explicarían estos resultados es que la velocidad de los cambios de dirección estimularían las fibras rápidas producto de la alta intensidad, requiriendo de la MM²⁵.

Finalmente, con respecto a los resultados de la prueba 20MSR una baja MC se relacionó con un mejor rendimiento. También de manera moderada una menor MG se relacionó con un rendimiento superior en esta prueba. Esto es consistente en taekwondo donde se reportaron relaciones significativas inversas ($r = -0,84$)⁹, judo ($r = -0,67$)¹² jiu jitsu brasileño ($r = -0,43$)²⁶. En esta prueba los atletas deben desplazar la masa corporal y donde una baja MG y por consiguiente una menor MC sería necesaria para rendir eficientemente.

Ahora bien, este estudio no estuvo exento de limitaciones. Por ejemplo, el rendimiento obtenido puede haber sido en respuesta de la composición corporal de los sujetos analizados por lo que estos resultados deben ser usados con precaución. Además, la impedancia bioléctrica es un método indirecto para determinar la composición corporal donde el estado de hidratación puede influenciar en los resultados⁶, y que debería complementarse con antropometría. Estudios futuros deberían comprobar estos resultados utilizando absorciometría de doble energía con rayos x (DXA) y realizarse con un número mayor de atletas.

CONCLUSIONES

Los datos del presente estudio sugieren que la masa grasa y el % de masa grasa se relacionarían más que la masa muscular y la masa corporal con el rendimiento físico en atletas de karate juveniles. Aunque, los componentes de la composición corporal se relacionarían de manera específica con las distintas pruebas analizadas, incrementando la complejidad de este deporte de combate. Los técnicos podrían considerar estrategias para disminuir la masa grasa y el % de masa grasa y mantener la masa muscular para rendir de forma óptima en este deporte.

FINANCIACIÓN

Los autores declaran que este estudio no tuvo fuentes de financiación.

CONFLICTOS DE INTERES

Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

REFERENCIAS

- (1) Tabben M, Miarka B, Chamari K, Beneke R. Decisive moment: a metric to determine success in elite karate bouts. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;13(8):1000–1004.
- (2) Chaabène H, Franchini E, Sterkowicz S, Tabben M, Hachana Y, Chamari K. Physiological responses to karate specific activities. *Sci Sports*. 2015;30(4):179–187.
- (3) Chaabene H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Chamari K. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Med*. 2012;42(10):829–843.
- (4) Beneke R, Beyer T, Jachner C, Erasmus J, Hütler M. Energetics of karate kumite. *Eur J Appl Physiol*. 2004;92(4-5):518–523.
- (5) Reale R, Burke LM, Cox GR, Slater G. Body composition of elite Olympic combat sport athletes. *Eur J Sport Sci*. 2019;1–10.
- (6) Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, et al. Current status of body composition assessment in sport. *Sports Med*. 2012;42(3):227–249.
- (7) Santos DA, Dawson JA, Matias CN, Rocha PM, Minderico CS, Allison DB, et al. Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLOS ONE*. 15 de mayo de 2014;9(5):e97846.
- (8) Gligoroska JP, Todorovska L, Mancevska S, Karagjozova I, Petrovska S. Bioelectrical impedance analysis in karate athletes: BIA parameters obtained with inbody720 regarding the age. *Res Phys Educ Sport Health*. 2016;5:117–121.
- (9) Ojeda-Aravena A, Azocar-Gallardo J, Galle F, García-García JM. Relación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico general y específico en competidores de taekwondo chilenos de nivel nacional de ambos sexos: un estudio observacional. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2020; 24(2): 154-64
- (10) Najmi N, Abdullah MR, Juahir H, Maliki A, Musa RM, Mat-Rasid SM, et al. Comparison of body fat percentage and physical performance of male national senior and junior karate athletes. *J Fundam Appl Sci*. 2018;10(1S):485–511.
- (11) Spigolon D, Hartz CS, Junqueira CM, Ariel R., Vitor, Fayçal H, et al. The Correlation of Anthropometric Variables and Jump Power Performance in Elite Karate Athletes. *J Exerc Physiol*. 2018;
- (12) Monterrosa Quintero A, da Rosa Orssatto LB, Pulgarín RD, Follmer B. Physical Performance, Body Composition and Somatotype in Colombian Judo Athletes. *Ido Mov Cult J Martial Arts Anthropol*. 2019;19(2):56–63.

- (13)Ramírez-Campillo R, Andrade DC, Izquierdo M. Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *J Strength Cond Res.* 2013;27(10):2714–2722.
- (14)Caballero PG, Díaz JC. *Manual de Antropometría.* Cuba; 2003.
- (15) McLester CN, Nickerson BS, Kliszczewicz BM, McLester JR. Reliability and Agreement of Various InBody Body Composition Analyzers as Compared to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Healthy Men and Women. *J Clin Densitom Off J Int Soc Clin Densitom.* 3 de noviembre de 2018;
- (16) Moran J, Sandercock GR, Ramírez-Campillo R, Todd O, Collison J, Parry DA. Maturation-related effect of low-dose plyometric training on performance in youth hockey players. *Pediatr Exerc Sci.* 2017;29(2):194–202.
- (17)Cronin JB, Green JP, Levin GT, Brughelli ME, Frost DM. Effect of starting stance on initial sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):990.
- (18) Brady CJ, Harrison AJ, Flanagan EP, Haff GG, Comyns TM. The Relationship Between Isometric Strength and Sprint Acceleration in Sprinters. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019;1(aop):1–8.
- (19) Ojeda-aravena a, Azócar-gallardo j. Comparación de la composición corporal y el rendimiento físico entre practicantes jóvenes de karate deportivo vs. karate tradicional. *rev horiz cienc act física.* 20 de mayo de 2020;11(1):1-12.
- (20) Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6(2):93–101.
- (21)Borda Pérez M, Tuesca Molina R, Navarro Lechuga E. *Métodos cuantitativos. Herramientas para la investigación en salud* 4ed. Universidad del Norte; 2013.
- (22)Komi PV. *Strength and power in sport.* Blackwell scientific publications Oxford; 1992.
- (23)Bridge CA, da Silva Santos JF, Chaabene H, Pieter W, Franchini E. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Med.* 2014;44(6):713–733.
- (24)Franchini E, Del Vecchio FB, Matsushigue KA, Artioli GG. Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Med.* 2011;41(2):147–166.
- (25) Laursen PB, Buchheit M. *Science and Application of High-Intensity Interval Training.* Human Kinetics; 2018. 672 p.
- (26) Durkalec-Michalski K, Podgorski T, Sokolowski M, Jeszka J. Relationship between body composition indicators and physical capacity of the combat sports athletes. *Arch Budo.* 2016;12:247–256.