



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN – *versión post-print*

Esta es la versión aceptada. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.

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

Relationship between the characteristics of body composition and general and specific physical performance in Chilean national taekwondo competitors of both sexes: an observational study

Alex Ojeda-Aravena<sup>a\*</sup>, Jairo Azocar-Gallardo<sup>a</sup>, Fernando Galle<sup>b</sup>, José Manuel García-García<sup>c</sup>.

<sup>a</sup> Universidad de Los Lagos. Puerto Montt, Chile.

<sup>b</sup> Universidad San Sebastián. Santiago, Chile.

<sup>c</sup> Universidad Castilla-La Mancha. Ciudad Real, España.

\* alex.ojeda@ulagos.cl

Recibido: 29/11/2019; Aceptado: 02/03/2020; Publicado: 10/04/2020

CITA: 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). doi: 10.14306/renhyd.24.2.969 [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 objetivo fue examinar la relación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico general y específico en competidores de TKD de nivel nacional de Chile de ambos sexos.

**Material y métodos:** Diseño observacional con 14 competidores de diferentes categorías de peso corporal y que compiten habitualmente en torneos de nivel regional y nacional edad 19 (3) años; talla 164 (10) cm; peso corporal 62 (10) kg; años de experiencia 7,2 (2,9) años participaron en este estudio. Se evaluaron el peso corporal (kg) (PC), la masa grasa (kg), (MG), el porcentaje de masa grasa (%MG), la masa muscular (kg) (MM) y el índice de masa corporal (kg/m<sup>2</sup>) (IMC). Variables del RF general incluyeron squat jump (cm) (SJ), countermovement jump (cm) (CMJ), velocidad lineal en 5-m (s) (5-M) y 20-m shuttle run test (min) (20MSR) y de forma específica la prueba de agilidad específica en taekwondo (s) (TSAT) y la prueba de velocidad de frecuencia múltiple de patadas (FSKT<sub>MULT</sub>), específicamente el índice de disminución de patadas (FSKT<sub>MULT</sub> KDI %) y el número máximo de patadas ejecutadas (FSKT<sub>MULT</sub> MAX).

**Resultados:** Se documentó una relación grande significativa ( $p < 0,00$ ) entre el %MG, la MG y la MM y la mayoría de las variables de rendimiento físico general analizadas. Relaciones grandes significativas ( $p < 0,05$ ) se observaron entre %MG, la MG y la MM y la prueba TSAT. Una relación grande significativa se documentó entre la MM y FSKT<sub>MULT</sub> MAX ( $p < 0,03$ ) y entre la MG y FSKT<sub>MULT</sub> KDI % ( $p < 0,04$ ). Correlaciones moderadas a bajas se observaron entre el PC y el IMC en la mayoría de las variables de rendimiento físico analizadas.

**Conclusiones:** Los datos sugieren que un bajo %MG y MG seguido de una adecuada MM están relacionados con el rendimiento físico general específico en competidores chilenos de TKD de nivel nacional de ambos sexos.

**Palabras clave:** Antropometría; Pesos y medidas corporales; Índice de Masa Corporal; Peso corporal; Estatura; Artes Marciales; taekwondo.

## ABSTRACT

**Introduction:** The purpose of this study was to examine the relationship between body composition characteristics and general and specific physical performance in Chilean national level TKD competitors of both sexes.

**Material and methods:** Through an observational design 14 competitors of different categories of body weight and who usually compete in regional and national level tournaments age 19 (3) years; size 164 (10) cm; body weight 62 (10) kg; years of experience 7.2 (2.9) years. They participated in this study. Different characteristics of body composition that included body weight (kg) (PC), fat mass (kg), (MG), percentage of fat mass (% MG), muscle mass (kg) (MM) were evaluated and the body mass index (Kg/m<sup>2</sup>) (BMI). On the other hand variables of the general RF included squat jump (cm) (SJ), countermovement jump (cm) (CMJ), linear speed in 5-m (s) (5-M) and 20-m shuttle run test (min) (20MSR) and specifically the specific agility test in taekwondo (s) (TSAT) and the multiple frequency kick speed test (FSKT<sub>MULT</sub>) specifically the rate of decrease of kicks (FSKT<sub>MULT</sub> KDI%) and the maximum number of kicks executed (FSKT<sub>MULT</sub> MAX).

**Results:** Among the main findings of the study, a significant large relationship ( $p < 0.00$ ) between %MG, MG and MM and most of the general physical performance variables analyzed was documented. Specifically, significant significant relationships ( $p < 0.05$ ) were observed between %MG, MG and MM and the TSAT test. While a significant large relationship was documented between MM and FSKT<sub>MULT</sub> MAX ( $p < 0.03$ ) and between MG and FSKT<sub>MULT</sub> KDI% ( $p < 0.04$ ). As moderate to low correlations were observed between the PC and the BMI in most of the physical performance variables analyzed.

**Conclusions:** Our data suggest that a low% MG and MG followed by adequate MM are related to the specific general physical performance in Chilean national TKD competitors of both sexes.

**Keywords:** Anthropometry; Body Weights and Measures; Body Mass Index; Body Weight; Body Height; Martial Arts; taekwondo.

## INTRODUCCIÓN

El Taekwondo (TKD) es un deporte clasificado por diferentes categorías de PC. En los Juegos Olímpicos hombres y mujeres compiten hasta en cuatro categorías diferentes<sup>1</sup>. El propósito de esta clasificación es igualar las diferencias entre PC y las habilidades físicas y antropométricas tales como fuerza, agilidad y el tamaño entre los competidores<sup>2,3</sup>. A su vez es un deporte donde desplazan el PC de forma horizontal constantemente y donde predomina el uso de acciones motoras veloces y explosivas de corta duración (1-5 s) destacando las técnicas del tren inferior con el objetivo de conseguir la mayor cantidad de puntos y/o provocar el knockout técnico<sup>4</sup> por lo que una óptima CC podría ser determinante en los aspectos condicionales que influyen en el rendimiento en este deporte.

En la actualidad el estudio de los rasgos físicos y su relación con un rendimiento óptimo (optimización morfológica) es un ámbito de interés en los deportes de combate<sup>5</sup>. El peso corporal (PC) determinado por la composición corporal (CC), cuyas características incluyen el tejido adiposo/graso, tejido muscular/masa corporal libre de tejido adiposo y mineral óseo/hueso<sup>6</sup> son aspectos relevantes en el TKD<sup>1</sup>.

De acuerdo a lo señalado anteriormente antecedentes previos sugieren una relación entre algunas características de la CC y variables del rendimiento físico (RF) en TKD. Específicamente en relación a la fuerza explosiva Abello (2016) documentó una correlación inversa grande entre el porcentaje de masa grasa (%MG) y la altura máxima alcanzada en las pruebas de salto countermovement jump (CMJ) y saltos continuos (SC). En tanto observó correlaciones bajas entre el % de masa muscular y la altura máxima alcanzada en CMJ, Abalakov y SC<sup>7</sup>. También en el rendimiento anaeróbico evaluado de manera específica los autores da Silva Santos et al., (2018) documentaron a través de la prueba de frecuencia de velocidad de patadas (FSKT) en su versión múltiple (FSKT<sub>MULT</sub>) una correlación inversa grande significativa entre la MG y el número máximo de patadas en la serie 4 de la prueba<sup>8</sup>. Ahora bien, además de las variables anteriormente mencionadas en el TKD participan otras variables del rendimiento físico cuya relación con la CC de acuerdo a nuestro conocimiento se desconocen.

En este sentido la capacidad de acelerar rápidamente de forma multidireccional desde una posición estática y de forma repentina o quickness es característica en este deporte<sup>9,1</sup>. También los desplazamientos hacia delante, hacia atrás y de forma lateral para atacar y defender durante el combate están relacionados con la agilidad<sup>10</sup> recientemente estudiada de manera específica a

través de la prueba específica de agilidad en taekwondo (TSAT)<sup>11</sup>. Por otra parte los competidores requieren de un adecuado fitness cardiorrespiratorio para hacer frente a las demandas metabólicas y motoras de alta-intensidad y desenvolverse eficientemente durante los combates sucesivos en las competencias oficiales que suelen durar todo el día<sup>1</sup>.

Nosotros hipotetizamos que las características de la CC específicamente el % de masa grasa (%MG), la masa grasa (MG) y la masa muscular (MM) están relacionadas con el RF general y específico. Por tanto, el propósito del presente estudio fue examinar la relación entre las características de la CC y el RF general y específico en competidores de TKD de nivel nacional de Chile de ambos sexos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Acercamiento experimental al problema

Este fue un estudio observacional transversal con selección de la muestra de manera no probabilística por conveniencia de corte correlacional diseñado para describir y examinar la relación entre las características de la CC y las variables del RF general y específico en competidores de TKD de nivel nacional de Chile de ambos sexos. Los participantes del estudio fueron reclutados al finalizar la pre-temporada de la periodización anual del 2019. Las sesiones de las mediciones se realizaron durante dos días consecutivos. El primer día se evaluaron las variables independientes que incluyeron la talla (cm), los años de experiencia y las características de la CC: peso corporal (kg) (PC), índice de masa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) (IMC), el porcentaje de masa grasa (%MG) y la masa muscular (kg) (MM). Posterior a 24 horas se realizó la sesión de evaluación de las variables dependientes o de rendimiento físico general que incluyeron las pruebas de squat jump (cm) (SJ), countermovement jump (cm) (CMJ), velocidad lineal en 5-M (s) (5-M) y 20-m shuttle run (min) (20MSR). De forma específica se evaluaron las pruebas de agilidad específica para taekwondo (s) (TSAT) y la prueba de velocidad de frecuencia múltiple de patadas ( $\text{FSKT}_{\text{MULT}}$ ) particularmente el índice de disminución de patadas ( $\text{FSKT}_{\text{MULT}} \text{KDI}\%$ ) y el número máximo de patadas ejecutadas ( $\text{FSKT}_{\text{MULT}} \text{MAX}$ ).

### Procedimientos

Las mediciones se realizaron posteriores a 48 horas del último entrenamiento físico durante la última semana del mes de marzo del 2019. 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 marzo del 2019 en un recinto cerrado y realizadas por el mismo investigador 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 variables del RF general y específico. Previo a las mediciones del RF 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) alimentarse de forma habitual sin realizar modificaciones en la dieta.

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: SJ, CMJ, 5-M, TSAT y FSKT<sub>MULT</sub> Y 20MSR. Un calentamiento típico en este deporte fue realizado con ~15 minutos de duración que consistió en movilidad articular, trote suave por 5 minutos, estiramientos dinámicos y patadas de baja intensidad. El mejor de 3 intentos fue grabado para todas las mediciones exceptuando FSKT<sub>MULT</sub> y 20MSR donde se grabó el resultado único obtenido en cada prueba. Un intervalo de descanso de 5 a 10 minutos fue aplicado entre cada prueba para reducir los efectos de fatiga<sup>12</sup>.

### Participantes

Inicialmente 22 competidores hombres y mujeres fueron voluntariamente reclutados para este estudio. Para homogeneizar la muestra se identificaron los valores más extremos según la edad (rango 14-24 años). Finalmente, la muestra quedó conformada por 14 competidores de ambos sexos (edad 19 (3) años; talla 164 (10) cm; peso corporal 62 (10) kg; años de experiencia 7 (3) años) pertenecientes a una academia de taekwondo de la Región de Los Lagos, Chile participaron voluntariamente en este estudio. Para ser incluidos debieron cumplir con los siguientes criterios de inclusión: 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  $\geq 6$  meses, iii) ausencia de lesiones músculo-esqueléticas, iv) encontrarse preparando competiciones o torneos organizados por la Federación Nacional de Taekwondo deportivo (FEDANAT, Chile), una organización reconocida por la World Taekwondo. Posteriormente para ser incluidos en el análisis posterior se incluyeron solo a los participantes que completaron con éxito las mediciones antropométricas y de composición corporal y las mediciones de las variables de rendimiento físico. 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 1mm siguiendo los protocolos estándares<sup>13</sup>. 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.

Índice de masa corporal (IMC): El IMC se evaluó de acuerdo a los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud, que señala dividir el peso por la talla al cuadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

Composición Corporal (CC): El peso corporal (kg) y Las características de la CC se evaluaron mediante escala eléctrica de impedancia bioléctrica (InBody120, tetrapolar 8-point tactile electrodes system, model BPM040S12F07, Biospace, Inc., USA, a 0,1 kg)<sup>14</sup> utilizando los protocolos de mediciones estándares.

*Squat jump* (SJ): Se utilizó SJ para evaluar la fuerza explosiva concéntrica del tren inferior a través de la altura máxima alcanzada (cm) del salto vertical. La prueba SJ se realizó utilizando una plataforma de contacto electrónica (Ergojump; Globus, Codogne, Italy) con una precisión de 0,01 m. Durante el SJ se le indicó al participante que apoyara las manos sobre las caderas, los pies y los hombros bien separados, adoptara una posición de rodilla flexionada (aproximadamente 90 grados) durante 3 segundos, y luego realizara un salto vertical de esfuerzo máximo. Todos los participantes recibieron instrucciones de aterrizar en posición vertical y doblar las rodillas después del aterrizaje<sup>12</sup>. Se completaron tres ensayos, y el ensayo de mejor rendimiento se utilizó para el análisis estadístico posterior.

*Countermovement jump* (CMJ): Se utilizó CMJ para evaluar el ciclo de acortamiento-estiramiento lento utilizando la altura máxima alcanzada (cm) del salto vertical. La prueba CMJ se realizó utilizando una plataforma de contacto electrónica (Ergojump; Globus, Codogne, Italy) con una precisión de 0,01 m. Durante el CMJ los participantes recibieron instrucciones de descansar las manos sobre las caderas, los pies y los hombros bien separados; los participantes realizaron un movimiento hacia abajo (no se impuso ninguna restricción sobre el ángulo de rodilla alcanzado seguido de un salto vertical de esfuerzo máximo<sup>12</sup>. Todos los sujetos recibieron instrucciones de aterrizar en posición vertical y doblar las rodillas después del aterrizaje. Se completaron tres ensayos, y el ensayo de mejor rendimiento se utilizó para el análisis estadístico posterior.

Velocidad lineal en 5 m (5-M): Para evaluar la velocidad inicial se registraron los tiempos



(segundos) en 0-5 m<sup>15</sup>. Las pruebas se realizaron en una superficie de gimnasio de madera. Los participantes adoptaron una posición de salida similar a la de una carrera de velocidad y comenzaron a correr en forma voluntaria. Se registró la velocidad mediante sistema de cronometraje automático mediante fotocélulas electrónicas (Brower Timing System, Salt Lake City, UT), con precisión de 0,001 s. Las puertas (gates) fueron posicionadas a 1 m de distancia sobre el suelo. Los competidores completaron dos intentos de práctica después del calentamiento general, para ser familiarizados con el dispositivo de medición. Luego, completaron tres ensayos máximos, utilizando el mejor para análisis estadístico.

Agilidad específica para Taekwondo (TSAT): La agilidad de manera específica se evaluó mediante la prueba de agilidad específica para Taekwondo (TSAT) siguiendo recomendaciones previas<sup>11</sup>. Desde una posición de guardia con ambos pies detrás de la línea de inicio/final, el participante tuvo que: 1) moverse hacia adelante en la posición de guardia sin cruzar los pies lo más rápido posible hacia el punto central, 2) girar hacia el compañero 1 adoptando un desplazamiento lateral y realizar una patada circular con la pierna izquierda (es decir, patada frontal redonda; dollyo-chagi); 3) moverse hacia el compañero 2 y realizar una patada circular con la pierna derecha (es decir, patada delantera rotunda; dollyo-chagi); 4) regresar al centro; 5) moverse hacia adelante en la posición de guardia y realizar una patada de doble efecto (es decir, narae-chagi) hacia la pareja 3, y 6) retroceder a la línea de inicio / finalización en posición de guardia. Los compañeros de combate 1 y 2 tuvieron un objetivo de patada, mientras que el compañero 3 tuvo dos objetivos de patada. Los compañeros de combate fueron instruidos para mantener el objetivo de pateo a la altura del torso del participante evaluado. Si el participante no siguió estas instrucciones (por ejemplo, cruzó un pie delante del otro durante los diversos desplazamientos o no pudo tocar el objetivo de patada con fuerza al patear), la prueba finalizó y reinició después de 3 minutos período de recuperación. El tiempo necesario para completar la prueba en segundos (s) se registró mediante un sistema de temporización electrónico (Brower Timing Systems, Salt Lake City, EE. UU.), colocado de forma paralela en la línea de inicio/final de la prueba. Se completaron tres ensayos para cada participante y se mantuvo el mejor para su análisis.

Prueba de velocidad de frecuencia múltiple de patadas (FSKT<sub>MULT</sub>): Para evaluar la potencia anaeróbica específica en competidores de taekwondo se aplicó la prueba FSKT<sub>MULT</sub> según protocolo previamente descrito<sup>8</sup>. Brevemente cada una de las 5 series FSKT<sub>MULT</sub> tuvo una duración de 10 segundos con un intervalo de descanso de 10 segundos entre las series. Para realizar el FSKT<sub>MULT</sub>, cada atleta se colocó frente a un compañero con peto. Después de la señal de sonido, el

sujeto realizó el número máximo de patadas posibles, alternando las piernas derecha e izquierda. El rendimiento se determinó por el número de patadas en cada serie, el número total de patadas ( $FSKT_{MULT} MAX$ ) y el índice de disminución de patadas (KDI) durante la prueba. El KDI indica que el rendimiento disminuye durante la prueba. Para calcular el KDI, se tuvo en cuenta el número de patadas aplicadas durante el FSKT múltiple. El cálculo se realizó mediante una ecuación que toma en cuenta los resultados de todos los conjuntos FSKT (Ecuación 1)

$$KDI (\%) = \left[ 1 - \frac{FSKT1 + FSKT2 + FSKT3 + FSKT4 + FSKT5}{Mejor FSKT \times \text{Número de series}} \right] \times 100$$

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 Lambert<sup>16</sup> y estudios previos en TKD<sup>17</sup>. Brevemente, para su ejecución los participantes debieron correr yendo y viniendo entre dos líneas separadas en una distancia de 20 m, al ritmo establecido por una señal de audio de una grabación electrónica. Cada recorrido fue exitoso al completar la distancia de 20 m. El pitido sonó a un ritmo cada vez mayor con cada minuto de la prueba, donde los sujetos debieron aumentar la velocidad. Fueron advertidos una vez al no alcanzar la línea final durante un tiempo. La prueba finalizó cuando el examinado: (i) no pudo seguir el ritmo establecido de los pitidos para dos recorridos sucesivos o (ii) o cuando se detuvo voluntariamente. 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 competidores analizados fueron presentados utilizando la media (desviación estándar). La normalidad de los datos fue verificada utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente un T-test no pareado fue aplicado para establecer las diferencias entre la edad y los años de experiencia en hombres y mujeres. Para examinar la relación entre las características de la composición corporal con las del rendimiento físico se utilizó correlación de Pearson ( $r$ ). 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]<sup>18</sup>. Además se estimó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para expresar el porcentaje de cambio de las variables del rendimiento analizadas según el cambio de las características de la composición corporal<sup>19</sup>. Todos los análisis estadísticos se

realizaron utilizando el paquete estadístico GraphPad Prism (versión 6.0, San Diego, California).  
El nivel de significancia estadística se estableció en  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

No se observaron diferencias significativas entre la edad (años) de hombres y mujeres ( $p>0,51$ ). En tanto no se observaron diferencias significativas entre los años de experiencia de hombres y mujeres ( $p>0,86$ ).

En la tabla 1 se observan las características de la CC y del RF de los competidores analizados ( $n=14$ ). En relación a las características de la CC en promedio los competidores pesaron 62,4 (10) kg. presentaron un %MG de 20,6 (9,3) %, una MG de 20,6 (9,3) kg, una MM de 27,8 (7,0) kg y un IMC de 22 (2,3) kg/m<sup>2</sup>. En términos del rendimiento físico los competidores saltaron en promedio en SJ 28,6 (6,6) cm y en CMJ 32,5 (6,3) cm. Ejecutaron las pruebas TSAT en 7,82 (0,86 s), 5-M en 1,20 (0,07) s y 20MSR en 7,5 (2,5) min. En tanto en relación a la prueba FSKT<sub>MULT</sub> la cantidad máxima de patadas ejecutadas (FSKT<sub>MULT</sub> MAX) fue en promedio de 96 (6,9) patadas y el índice de disminución de patadas (FSKT<sub>MULT</sub> KDI%) fue en promedio de 9,52 (3,33)%. Finalmente los competidores ejecutaron en promedio la prueba 20MSR en 7,5 (2,5) min.

Tabla 1. Características de la composición corporal y del rendimiento físico de la muestra total analizada (n=14).

Características de la composición corporal	
PC (kg)	62,4 (10)
%MG	20,6 (9,3)
MG (kg)	12,6 (5,6)
MM (kg)	27,8 (7,0)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,9 (2,3)
Variables del rendimiento físico	
SJ (cm)	28,6 (6,6)
CMJ (cm)	32,5 (6,3)
TSAT (s)	7,82 (0,86)
5-M (s)	1,20 (0,07)
FSKT <sub>MULT</sub> MAX	96 (6,9)
FSKT <sub>MULT</sub> INDEX	9,52 (3,33)
20MSR (min)	7,5 (2,5)
Los datos se presentan como media (desviación estándar)	

En la tabla 2 se reportan las asociaciones entre las características de la CC y el RF de los competidores analizados. En relación a la prueba SJ se observaron correlaciones inversas [grandes] significativas con las variables %MG ( $r=-0,89$ ;  $R^2=0,80$ ;  $p<0,0001$ ) y MG ( $r=-0,89$ ;  $R^2=0,80$   $p<0,0001$ ). Con IMC se documentó una correlación inversa [moderada] ( $r=-0,47$ ;  $R^2=0,22$ ;  $p<0,08$ ). En tanto una correlación [grande] significativa se observó con MM ( $r=0,58$ ;  $R^2=0,34$ ;  $p<0,02$ ) y una correlación [baja] con PC ( $r=0,15$ ;  $R^2=0,02$ ;  $p>0,58$ ).

Tabla 2. Correlación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico de la muestra total analizada (n=14).

Variables	PC (kg)			%MG			MG (kg)			MM (kg)			IMC (Kg/m <sup>2</sup> )		
	<i>r</i>	R <sup>2</sup>	p	<i>r</i>	r <sup>2</sup>	p	<i>r</i>	R <sup>2</sup>	p	<i>r</i>	R <sup>2</sup>	p	<i>r</i>	R <sup>2</sup>	p
SJ (cm)	0,15	0,02	0,58	-0,89	0,80	0,00*	-0,89	0,80	0,00*	0,58	0,34	0,02*	-0,47	0,22	0,08
CMJ (cm)	0,18	0,03	0,53	-0,86	0,75	0,00*	-0,84	0,71	0,00*	0,58	0,34	0,02*	-0,31	0,09	0,28
5-M (s)	-0,20	0,04	0,47	0,63	0,39	0,01*	0,57	0,33	0,03*	-0,47	0,22	0,08	0,20	0,04	0,48
TSAT (s)	-0,40	0,16	0,15	0,77	0,60	0,00*	0,69	0,48	0,00*	-0,69	0,48	0,00*	0,34	0,11	0,23
FSKT <sub>MULT</sub> MAX	0,53	0,28	0,05	0,15	0,02	0,58	-0,20	0,04	0,48	0,56	0,31	0,03*	0,23	0,05	0,42
FSKT <sub>MULT</sub> KDI(%)	0,11	0,01	0,69	0,46	0,21	0,09	0,52	0,28	0,04*	-0,16	0,02	0,58	0,54	0,30	0,04*
20MSR (min)	0,43	0,18	0,12	-0,92	0,84	0,00*	-0,82	0,68	0,00*	0,78	0,62	0,00*	-0,23	0,05	0,41

Para la prueba CMJ se observaron correlaciones inversas [grandes] significativas con las variables %MG ( $r=-0,86$ ;  $R^2=0,75$ ;  $p<0,0001$ ) y MG ( $r=-0,84$ ;  $R^2=0,71$ ;  $p<0,0001$ ). En tanto una correlación inversa [moderada] con IMC ( $r=-0,3$ ;  $R^2=0,09$ ;  $p<0,08$ ). A su vez una correlación significativa [grande] con MM ( $r=0,58$ ;  $R^2=0,34$ ;  $p<0,02$ ) y una correlación [baja] con PC ( $r=0,18$ ;  $R^2=0,03$ ;  $p>0,53$ ).

Para la prueba 5-M se observaron correlaciones [grandes] significativas con %MG ( $r=0,63$ ;  $R^2=0,39$ ;  $p<0,01$ ) y MG ( $r=0,57$ ;  $R^2=0,33$ ;  $p<0,03$ ). Una correlación inversa [moderada] con MM ( $r=-0,47$ ;  $R^2=0,22$ ;  $p>0,08$ ) y [baja] con PC ( $r=-0,20$ ;  $R^2=0,04$ ;  $p>0,47$ ). También se observó una correlación [baja] con IMC ( $r=0,20$ ;  $R^2=0,04$ ;  $p>0,48$ ).

Para la prueba TSAT se documentó una correlación significativa inversa [grande] con MM ( $r=-0,69$ ;  $R^2=0,48$ ;  $p<0,0001$ ) y una correlación inversa [moderada] con PC ( $r=-0,40$ ;  $R^2=0,16$ ;  $p>0,15$ ). En tanto correlaciones significativas [grande] con %MG ( $r=0,77$ ;  $R^2=0,60$ ;  $p<0,0001$ ) y MG ( $r=0,69$ ;  $R^2=0,48$ ;  $p<0,0001$ ) y una correlación [moderada] con IMC ( $r=0,34$ ;  $R^2=0,11$ ;  $p>0,23$ ).

Para la prueba  $FSKT_{MULT} MAX$  se observó una correlación significativa [grande] con MM ( $r=0,56$ ;  $R^2=0,31$ ;  $p<0,03$ ). En tanto una correlación [grande] con PC ( $r=0,53$ ;  $R^2=0,28$ ;  $p>0,05$ ) y correlaciones [bajas] con %MG ( $r=0,15$ ;  $R^2=0,02$ ;  $p>0,58$ ), MG ( $r=-0,20$ ;  $R^2=0,04$ ;  $p>0,48$ ) e IMC ( $r=0,23$ ;  $R^2=0,05$ ;  $p>0,42$ ).

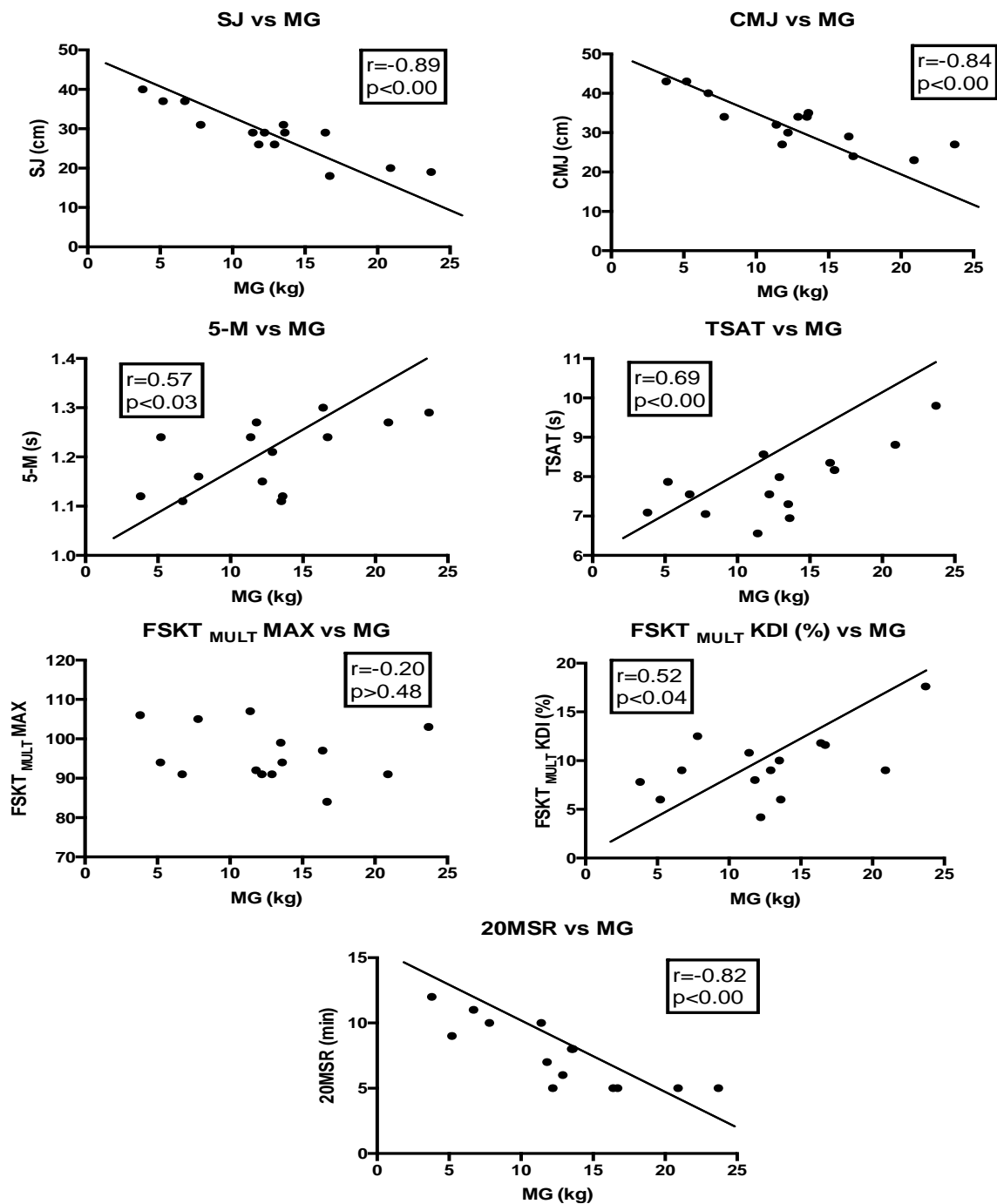
Para  $FSKT_{MULT} KDI$  (%) se observaron correlaciones [grandes] significativas con MG ( $r=0,52$ ;  $R^2=0,28$ ;  $p<0,04$ ) e IMC ( $r=0,54$ ;  $R^2=0,30$ ;  $p<0,04$ ). En tanto una correlación [moderada] con %MG ( $r=0,46$ ;  $R^2=0,21$ ;  $p>0,09$ ) y [baja] con PC ( $r=0,11$ ;  $R^2=0,01$ ;  $p>0,69$ ). Y una correlación inversa [baja] con MM ( $r=-0,16$ ;  $R^2=0,02$ ;  $p>0,58$ ).

Para la prueba 20MSR se documentaron correlaciones inversas [grandes] significativas con %MG ( $r=-0,92$ ;  $R^2=0,84$ ;  $p<0,0001$ ) y MG ( $r=-0,82$ ;  $R^2=0,68$ ;  $p<0,0001$ ). También una correlación [grande] significativa MM ( $r=0,78$ ;  $R^2=0,62$ ;  $p<0,0001$ ) y [moderada] con PC ( $r=0,43$ ;  $R^2=0,18$ ;  $p>0,12$ ). De manera inversa se observó una [baja] con IMC ( $r=-0,23$ ;  $R^2=0,05$ ;  $p>0,41$ ).

En la figura 1 se observan las correlaciones entre las variables de rendimiento físico y la masa grasa de los competidores analizados (kg) ( $n=14$ ). En la figura 2 se observan las correlaciones entre las variables de rendimiento físico y la masa muscular de los competidores analizados (kg) ( $n=14$ ).

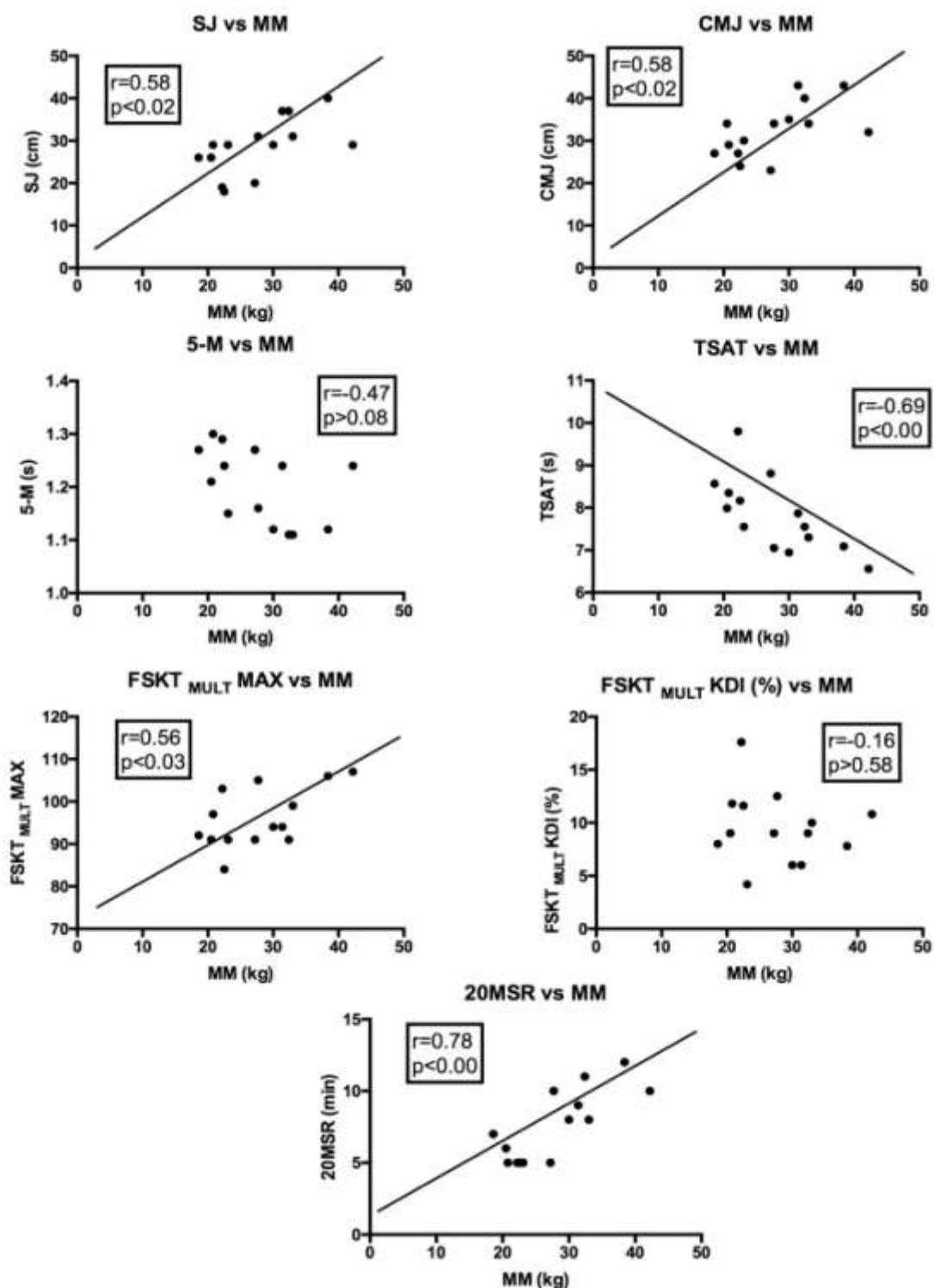


Figura 1. Correlaciones entre las variables de rendimiento físico y la masa grasa (kg) de la muestra total analizada (kg) (n=14).



r: correlación; p: valor p.

Figura 2. Correlaciones entre las variables de rendimiento físico y la masa muscular (kg) de la muestra total analizada (kg) (n=14).



r: correlación; p: valor p.

## DISCUSIÓN

Este trabajo tuvo como propósito examinar la relación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico general y específico en competidores de TKD de nivel nacional de Chile de ambos sexos. Entre los principales hallazgos se reportaron asociaciones grandes significativas ( $p < 0,00$ ) a moderadas en las variables %MG, MG y MM con la mayoría de las variables de rendimiento físico analizadas. Por otra parte, asociaciones moderadas a bajas se observaron en entre el PC e IMC con las variables de rendimiento analizadas. Nuestros datos sugieren que el %MG junto la M y la MM están relacionadas con el rendimiento físico en TKD.

Con respecto al rendimiento de la fuerza explosiva en promedio los competidores analizados saltaron en SJ de 28,6 (6,6) cm y en CMJ 32,5 (6,3) cm. También una relación grande significativa en SJ y CMJ con el %MG ( $r = -0,89$ ;  $p < 0,0001$ ) y con la MG ( $r = -0,89$ ;  $p < 0,0001$  y  $r = -0,84$ ;  $p < 0,0001$  respectivamente). Un bajo %MG podría explicar en un 80% y 75% el cambio del rendimiento alcanzado para SJ y CMJ respectivamente. De igual modo una baja MG podría explicar el cambio observado en un 80% y 71% el cambio del rendimiento alcanzado en las pruebas anteriormente mencionadas. Estos hallazgos concuerdan en parte con lo documentado previamente por Abello (2016) quien en competidores TKD ( $n = 10$ ) universitarios observó una relación inversa grande entre el %MG y la altura máxima alcanzada en las pruebas CMJ ( $r = -0,73$ ;  $p < 0,00$ ), Abalakov (ABK) ( $r = -0,77$ ;  $p < 0,00$ ) y saltos continuos (SC) ( $r = -0,55$ ;  $p < 0,00$ )<sup>7</sup>. De manera similar en otros deportes de combate como karate ( $n = 55$ ) Spigolon et al., (2018) reportó una correlación inversa grande significativa entre el %MG y SJ ( $r = -0,74$ ;  $p < 0,00$ ) y CMJ ( $r = -0,67$ ;  $p < 0,00$ )<sup>20</sup>. Los autores Abadin y Adams (2013) a su vez observaron en karate, TKD y Silat en hombres ( $n = 29$ ) y mujeres ( $n = 25$ ) que el salto vertical podría ser predicho por el %MG mediante regresión lineal<sup>21</sup>. Esta relación podría explicarse de acuerdo con lo planteado por los autores Abidin y Adam, (2013) quienes señalan que dado que el trabajo es el producto de la fuerza promedio que actúa sobre el sujeto y el desplazamiento del salto los atletas más pesados necesitan más trabajo para mover el cuerpo al mismo desplazamiento logrado por los atletas más ligeros<sup>21</sup>. También hay que considerar que los competidores analizados en el presente estudio muestran en promedio un 20,6% MG, un alto porcentaje que podría haber influenciado en los resultados considerando que atletas internacionales varían entre 7-14% y 12-19% para hombres y mujeres respectivamente<sup>1</sup>. Además, es de considerar que asociaciones grandes significativas se documentaron entre la MM y las variables SJ y CMJ ( $r = 0,58$ ;  $R^2 = 0,34$ ;  $p < 0,02$ ) en nuestro estudio. Aunque solo el 34% de los cambios del rendimiento podrían explicarse por los cambios en la MM de los competidores. Esto

es consistente con lo reportado por Abello, (2016) quién observó asociaciones moderadas a bajas entre la MM y el rendimiento en los saltos anteriormente mencionados<sup>7</sup>. Si bien la masa muscular es necesaria para la generación de fuerza y la potencia muscular en los atletas TKD a diferencia de otros deportes de combate como boxeo y lucha presentan una baja masa libre de grasa relativamente baja<sup>3</sup> por lo que sugerimos que un bajo %MG sería aún más determinante que la MM en la fuerza explosiva en TKD. Y además de acuerdo con Bridge et al., (2014) en este deporte es específicamente un prerrequisito para participar en competencias de nivel internacional<sup>1</sup>.

Por otra parte, los competidores ejecutaron las pruebas TSAT en 7,82 (0,86) s y 5-M en 1,20 (0,07) s. Además, se documentó una relación significativa grande entre TSAT con el %MG ( $r=0,77$ ;  $p<0,0001$ ) y la MG ( $r=0,69$ ;  $p<0,0001$ ). De igual manera un bajo %MG y MG podrían explicar los cambios observados en un ~60% del rendimiento alcanzado en esta prueba. En tanto se observó una relación significativa grande entre la prueba de 5-M y el %MG ( $r=0,63$ ;  $p<0,01$ ) y la MG ( $r=0,57$ ;  $p<0,03$ ). Aunque solo el ~33% de los cambios en la MG podría explicar los cambios reportados en el rendimiento alcanzado en 5-M. De acuerdo a estos resultados este es el primer estudio según nuestro conocimiento en asociar dos variables específicas relevantes en taekwondo con las características de la composición corporal. 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 antropométricas<sup>11</sup> dado la necesidad de desplazar velozmente el PC<sup>5</sup>. En deportes colectivos de características intermitentes de forma similar al taekwondo quienes obtuvieron mejores resultados en pruebas de agilidad tienden a presentar un bajo %MG<sup>10</sup>. También hay que señalar se documentó una relación significativa inversa grande entre la prueba TSAT con la MM ( $r=-0,69$ ;  $p<0,0001$ ) y de forma moderada en 5-M ( $r=-0,47$ ;  $p>0,08$ ) y donde en promedio fue de 27,8 (7,0) s lo cuál podría haber influenciado en los resultados. Aunque esto difiere notablemente con atletas de alto nivel quienes presentan una MM en promedio 58 kg para hombres y 42 kg respectivamente<sup>5</sup>. De acuerdo con Kavvoura et al., (2018)<sup>22</sup>. En tanto una calidad muscular incluyendo una adecuada longitud de los fascículos en serie y en paralelo, una elevada conducción nerviosa serían factores relevantes asociados a nuestros resultados<sup>22</sup>.

En relación a las variables de la prueba FSKT<sub>MULT</sub> específicamente la variable FSKT<sub>MULT</sub> MAX se reportó una asociación significativa grande con la MM ( $r=0,56$ ;  $p<0,03$ ) y grande con el PC ( $r=0,53$ ;  $p>0,05$ ) aunque solo el ~31% de los cambios observados en el rendimiento podrían

explicarse por los cambios en la MM y/o el PC. A su vez correlaciones bajas se reportaron con el %MG ( $r=0,15$ ;  $p>0,58$ ), la MG ( $r=-0,20$ ;  $p>0,48$ ). Estos datos concuerdan a los reportados por da Silva Santos et al., (2018) quienes no documentaron correlaciones significativas entre el %MG y la MG a excepción de la cuarta serie ( $r = -0,606$ ;  $p<0,006$ )<sup>8</sup>. Sin embargo, en la variable FSKT<sub>MULT</sub> KDI (%) se observaron correlaciones grandes significativas con MG ( $r=0,52$ ;  $p<0,04$ ) e IMC ( $r=0,54$ ;  $p<0,04$ ). Estos son los primeros resultados que han documentado la relación entre estas características de la composición corporal y el rendimiento en esta prueba específica. La prueba FSKT es una prueba que utiliza un gesto específico, el bandal chagi, que es el gesto más utilizado durante las competiciones de TKD. Además, FSKT genera información que tal vez pueda asociarse con el rendimiento durante el combate, como el pico, el total y la disminución de las patadas aplicadas<sup>9</sup>. La potencia anaeróbica requerida para mantener la habilidad de ejecutar patadas de forma consecutiva e intentar puntuar la mayor cantidad de veces<sup>1</sup> dependería de la MM, mientras que su caída de los niveles de MG aunque más estudios son requeridos para corroborar los resultados obtenidos.

Para la prueba 20MSR se documentaron correlaciones inversas grandes significativas con %MG ( $r=-0,92$ ;  $p<0,0001$ ) y MG ( $r=-0,82$ ;  $p<0,0001$ ). También una correlación grande significativa MM ( $r=0,78$ ;  $p<0,0001$ ). Tanto un bajo %MG y MG además de un adecuada MM podrían explicar en un ~60% los resultados. Estos datos son consistentes con otros deportes de combate como judo donde una correlación inversa grande significativa se reportó entre y el %MG y la capacidad aeróbica mediante 20MSR ( $r=-0,67$ ;  $p<0,05$ )<sup>23</sup>. Y aún más consistentes a los reportados en otras artes marciales que incluyeron jiu-jitsu brasileño; karate; lucha y judo donde se observó una correlación moderada significativa entre la MM y el  $VO_2^{Máx}$  ( $r=0,44$ ;  $p<0,001$ ) y entre el %MG y el  $VO_2^{Máx}$  ( $r = -0,43$ ;  $p<0,001$ )<sup>24</sup>.

Entre las limitantes del estudio es importante considerar la impedancia bioeléctrica como método utilizado para analizar la composición corporal. Si bien su validez y confiabilidad está documentada<sup>14</sup> son esenciales estudios que utilicen tecnologías más directas para confirmar los resultados obtenidos en el presente estudio. También hay que señalar que la investigación fue realizada en competidores de taekwondo de nivel nacional por lo que investigación en atletas de élite o con resultados internacionales son necesarios. Otro factor limitante del estudio fue la variabilidad de la muestra en términos de sexo y edad. Aunque esta variable confundente fue abordada excluyendo a los valores más altos y aplicando una prueba de t para establecer que no existieron diferencias en la edad y la experiencia de los competidores analizados. Sin embargo, se requieren estudios que analicen esta cuestión en hombres y mujeres de manera independiente.

Futura investigación debería centrarse en analizar la influencia de las características de la composición corporal en el rendimiento físico general y específico en TKD normalizando los datos según el peso corporal para determinar si es un bajo %MG o una cantidad determinada de masa muscular es necesaria para rendir de forma óptima en este deporte. Además de aplicar otros estadísticos para predecir la respuesta de las variables de rendimiento a partir de las características de la CC.

## CONCLUSIONES

Nuestros datos sugieren que un bajo %MG y una baja MG se relacionan con el rendimiento físico general y específico en TKD seguido por la MM. Nuestros resultados señalan que un bajo %MG y la mantención de una adecuada masa muscular deberían ser objetivos a tener en presente en la optimización de la composición corporal y en la pérdida de peso corporal para un óptimo desempeño en este deporte.

## CONFLICTO DE INTERESES

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

## REFERENCIAS

- (1) 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.
- (2) da Silva Santos JF, Takito MY, Artioli GG, Franchini E. Weight loss practices in Taekwondo athletes of different competitive levels. *J Exerc Rehabil.* 2016;12(3):202.
- (3) Reale R, Burke LM, Cox GR, Slater G. Body composition of elite Olympic combat sport athletes. *Eur J Sport Sci.* 2019;1–10.
- (4) Tornello F, Capranica L, Minganti C, Chiodo S, Condello G, Tessitore A. Technical-tactical analysis of youth Olympic Taekwondo combat. *J Strength Cond Res.* 2014;28(4):1151–1157.
- (5) Dawes J. *Developing agility and quickness.* Human Kinetics Publishers; 2019.
- (6) B. Heymsfield S, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr.* 1997;17(1):527–558.
- (7) Abello GAS. Relación entre potencia física muscular respecto del porcentaje de grasa y masa muscular en taekwondo. *Cienc Act Física.* 2016;17(2):29–34.
- (8) da Silva Santos JF, Loturco I, Franchini E. Relationship between frequency speed of kick test performance, optimal load, and anthropometric variables in black-belt taekwondo athletes. *Ido Mov Cult J Martial Arts Anthropol.* 2018;18(1):39–44.
- (9) Taskin M, Akkoyunlu Y. Effect of anaerobic power on quickness in women national taekwondo athletes. *Ovidius Univ Ann Ser Phys Educ SportScience Mov Health.* 2016;16(2 SI):701–706.
- (10) Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci.* 2006;24(9):919–932.
- (11) Chaabene H, Negra Y, Capranica L, Bouguezzi R, Hachana Y, Rouahi MA, et al. Validity and reliability of a new test of planned agility in elite taekwondo athletes. *J Strength Cond Res.* 2018;32(9):2542–2547.
- (12) 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.
- (13) Caballero PG, Díaz JC. *Manual de Antropometría.* Cuba; 2003.
- (14) 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.

- (15) 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.
- (16) 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.
- (17) Seo M-W, Jung H-C, Song J-K, Kim H-B. Effect of 8 weeks of pre-season training on body composition, physical fitness, anaerobic capacity, and isokinetic muscle strength in male and female collegiate taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil.* 2015;11(2):101.
- (18) Hopkins W. *New View of Statistics: Effect Magnitudes* [Internet]. 2002 [citado 24 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>
- (19) Borda Pérez M, Tuesca Molina R, Navarro Lechuga E. *Métodos cuantitativos. Herramientas para la investigación en salud* 4ed. Universidad del Norte; 2013.
- (20) Spigolon D, Hartz CS, Junqueira CM, Ariel R., Vitor, Fayçal<sup>1</sup> H, et al. The Correlation of Anthropometric Variables and Jump Power Performance in Elite Karate Athletes. *J Exerc Physiol.* 2018.
- (21) Abidin NZ, Adam MB. Prediction of Vertical Jump Height from Anthropometric Factors in Male and Female Martial Arts Athletes. *Malays J Med Sci MJMS.* 2013;20(1):39–45.
- (22) Kavvoura A, Zaras N, Stasinaki A-N, Arnaoutis G, Methenitis S, Terzis G. The Importance of Lean Body Mass for the Rate of Force Development in Taekwondo Athletes and Track and Field Throwers. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2018;3(3):43.
- (23) 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.
- (24) 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.