

## Efecto agudo del entrenamiento con vibraciones de cuerpo completo sobre la patada circular en atletas de Taekwondo

### Acute effect of whole-body vibration training on the roundhouse kick in Taekwondo athletes

\*Gladys Orellana-Lepe, \*Alberto Warnier-Medina, \*Pedro Olivares-Fernández, \*\* \*\*\*Sebastián Aguilar-Gajardo, \*\*\*\*Jorge Olivares-Arancibia, \*\*\*\*\*Rodrigo Yáñez-Sepúlveda.

\*Universidad Viña del Mar (Chile), \*\*Universidad Técnica Federico Santa María, (Chile), \*\*\*Duoc UC Sede Viña del Mar (Chile), \*\*\*\*Universidad de las Américas (Chile), \*\*\*\*\*Universidad Andres Bello (Chile)

**Resumen.** El Taekwondo es un deporte de combate con alta exigencia física, por lo que la búsqueda de nuevos métodos para su entrenamiento es un tema de relevancia en las ciencias del deporte. El objetivo de este estudio fue identificar el efecto agudo de las vibraciones de cuerpo completo sobre la frecuencia de pateo e Índice de Fatiga de la patada circular en atletas de Taekwondo. Participaron 10 atletas de Taekwondo, todos del sexo masculino (edad:  $21,1 \pm 1,52$  años; masa corporal:  $69,64 \pm 6,71$  kg; estatura bipeda:  $1,71 \pm 0,08$  m; IMC:  $23,9 \pm 1,17$ ). Cada participante ejecutó un protocolo control y tres protocolos de entrenamiento sobre una plataforma vibratoria. Posterior a cada uno de los protocolos, se ejecutó el FSKT<sub>mult</sub>. Se utilizó la prueba ANOVA para comparar los resultados entre los grupos y se aplicó la prueba de post hoc de Bonferroni, además, se calculó el tamaño del efecto. Existieron diferencias significativas entre el grupo control y SV ( $p=0.018$ ) en FSKT-2. De manera general, a pesar de lo señalado, se aprecia un efecto moderado en FSKT-1 ( $n^2=0.070$ ), FSKT-2 ( $n^2=0.128$ ); FSKT-3 ( $n^2=0.070$ ), FSKT-5 ( $n^2=0.070$ ) y FSKT-Total ( $n^2=0.076$ ). En cuanto a los protocolos, en todos se presentan efectos moderados y altos en la prueba FSKT<sub>mult</sub>, siendo el protocolo SD el que tiene mejores resultados en el tamaño del efecto y a la vez, uno de los que demuestra un menor KDI. Los hallazgos dan cuenta de que la realización de ejercicios con exposición a VCC genera una mejora sobre la frecuencia de pateo y KDI, evidenciando el protocolo SD una mejor relación entre rendimiento y KDI.

**Palabras claves:** Efecto Agudo; FSKT; Plataforma Vibratoria; Taekwondo.

**Abstract.** Taekwondo is a combat sport with high physical demands, hence the search for new methods for its training is a relevant topic in sport science. The aim of this study was to identify the acute effect of whole-body vibrations on the kick frequency and Fatigue Index of the roundhouse kick in Taekwondo athletes. 10 Taekwondo athletes participated, all male (age:  $21.1 \pm 1.52$  years; body mass:  $69.64 \pm 6.71$  kg; bipedal height:  $1.71 \pm 0.08$  m; BMI:  $23,9 \pm 1,17$ ). Each participant executed a control protocol and three training protocols on a vibrating platform. After each of the protocols, the FSKT<sub>mult</sub> was executed. The ANOVA test was used to compare the results between the groups and the Bonferroni post hoc test was applied, in addition, the effect size was calculated. There were significant differences between the control group and SV ( $p=0.018$ ) in FSKT-2. In general, despite the above, a moderate effect was observed in FSKT-1 ( $n^2=0.070$ ), FSKT-2 ( $n^2=0.128$ ); FSKT-3 ( $n^2=0.070$ ), FSKT-5 ( $n^2=0.070$ ) and FSKT-Total ( $n^2=0.076$ ). As for the protocols, all of them present moderate and high effects in the FSKT<sub>mult</sub> test, with the SD protocol being the one with the best results in effect size and, at the same time, one of those that demonstrates a lower KDI. The findings show that performing exercises with exposure to WBV generates an improvement in kicking frequency and KDI, evidencing the SD protocol a better relationship between performance and KDI.

**Keywords:** Acute Effect; FSKT; Vibrating platform; Taekwondo.

Fecha recepción: 29-04-22. Fecha de aceptación: 02-03-23

Rodrigo Alejandro Yáñez Sepúlveda

rodrigo.yanez.s@unab.cl

## Introducción

El Taekwondo es un deporte olímpico de combate, caracterizado por una gran variedad de técnicas que incluye, entre otras acciones, los golpes y pateos (Angiolillo & Casas, 2021) que se ejecutan durante los combates. Las técnicas en este deporte se caracterizan por una alta fluidez, velocidad (De La Fuente & Castejón, 2016) y explosividad (Ojeda-Aravena et al., 2020), por lo que los atletas requieren de una preparación física apropiada para lograr un buen rendimiento (Carazo, 2013).

Una de las técnicas más utilizadas durante el combate es la patada circular, llamada también bandal chagui (Sánchez-Rodríguez & Bohórquez-Aldana, 2020), la cual se ejecuta para alcanzar el tronco del oponente con el pie, por lo tanto, se realiza a gran velocidad y con gran potencia (Santos et al., 2016), identificada como una técnica representativa de la velocidad, fuerza y potencia requerida

en este tipo de deportes.

Frente a la búsqueda permanente de metodologías de entrenamiento que propicien el incremento en el rendimiento deportivo, la exposición a vibraciones de cuerpo completo (VCC) parece ser un método bastante eficaz (Fernández-Río et al., 2012) e innovador (Fereyounnia & Shadmehr, 2020), que utilizado con frecuencias más bien altas produce un aumento en la activación muscular (Olivares-Arancibia et al., 2021). Varios estudios han coincidido que el entrenamiento con VCC genera mejoras en el efecto agudo sobre la flexibilidad, así como en la fuerza y potencia muscular (Dallas & Kirialanis, 2013; Despina et al., 2013; Dallas et al., 2015; Corredoira & Durán, 2016; Alam et al., 2018). Debido a esto, se convierte en un método para aplicar antes del enfrentamiento en eventos deportivos competitivos (Dallas & Kirialanis, 2013; Avelar et al., 2014).

Para el entrenamiento con VCC se utiliza una plata-

forma vibratoria (Tenório et al., 2019), la que se puede programar a diferentes frecuencias y amplitudes. Algunos estudios sugieren que frecuencias aproximadas de 30 Hz (De Hoyo et al., 2009; Bush et al., 2015) y amplitudes de 4 mm (Martínez-Pardo et al., 2013; Bush et al., 2015; Donahue et al., 2016) serían propicias para obtener resultados significativos sobre el rendimiento de capacidades físicas como la flexibilidad, la fuerza y la potencia muscular. El uso de frecuencias aún más altas en los estudios con VCC sigue siendo escaso (Galaz-Campos et al., 2021), aunque su uso también debe ser cauteloso, ya que, podría causar desgarros retinianos en algunas personas (Maggiano et al., 2020) o efectos secundarios en personas no entrenadas como vértigo, molestias en las caderas y picazón en miembros inferiores (Lamont et al., 2010).

En general, los ejercicios, protocolos y mediciones desarrolladas en estudios similares involucran ciclos de estiramiento-acortamiento ejecutados con las extremidades inferiores (Kurt & Pekünlü, 2015; Oliveira et al., 2018; Aksoy, 2019; Duc et al., 2020). Los ejercicios de sentadilla isométrica y en movimiento, tienden a ser los más utilizados en dichos estudios. Otras investigaciones que informan resultados en la prueba específica *Frequency Speed of Kicks Test* (FSKT<sub>mult</sub>), también han utilizado este tipo de ejercicio (Santos et al., 2016; Castro-Garrido et al., 2020).

Recientemente, se han desarrollado diferentes protocolos de entrenamiento que buscan una mejora en el rendimiento de atletas de Taekwondo como, por ejemplo, algunos que incluyen ejercicios de potenciación post-activación, reportando un efecto positivo en el rendimiento de la prueba FSKT<sub>mult</sub> (Santos et al., 2015; Santos & Franchini, 2016; Castro-Garrido et al., 2020).

El Taekwondo es un deporte en constante evolución, lo que incluye ajustes periódicos de los reglamentos, por lo que ha sido objeto de constante estudio por parte de los investigadores (Janowski et al., 2020).

Debido a lo señalado y con el propósito de buscar nuevos métodos que aporten al rendimiento deportivo en esta disciplina, el objetivo de este estudio es identificar el efecto agudo de las vibraciones de cuerpo completo sobre el rendimiento de la frecuencia de pateo e Índice de Fatiga de la patada circular en atletas de Taekwondo. Se espera que la exposición a VCC genere efectos agudos positivos sobre el número de patadas totales e Índice de Fatiga en los deportistas.

## Material y método

### Diseño

Estudio cuantitativo, cruzado y pre-experimental donde se aplicaron cuatro protocolos (uno control y tres intervenciones con asignación aleatoria realizadas sobre la plataforma vibratoria). Todos los participantes ejecutaron cada uno de los protocolos. La aleatorización de los protocolos experimentales se realizó a través del software Microsoft® Office Excel 2013 (Redmond, Washington,

USA). Cada protocolo fue ejecutado con un descanso de 48 horas entre sí y la valoración se realizó con el FSKT<sub>mult</sub>.

### Participantes

La muestra estuvo compuesta por 10 atletas de Taekwondo de nivel competitivo, todos del sexo masculino que participaron voluntariamente en este estudio (edad: 21,1±1,52 años; masa corporal: 69,64±6,71 kg; estatura bípida: 1,71±0,08 m; IMC: 23,9±1,17), quienes correspondían a las siguientes categorías de peso: -68 kg (n=5), -80 kg (n=4) y +80 kg (n=1). Todos los deportistas cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: i) sujetos adultos; ii) entrenar al menos tres veces por semana por un periodo de al menos dos años; iii) participar a nivel de deporte competitivo (campeonatos universitarios y/o nacionales). Los criterios de exclusión fueron: i) presentar alguna enfermedad o lesión que impidiera su normal desempeño físico, ii) estar en tratamiento con medicamentos o consumo de ayudas ergogénicas, iii) estar en periodo de pérdida de peso corporal.

### Consideraciones éticas

Todos los sujetos fueron informados de los alcances de la investigación y firmaron un consentimiento informado que autoriza el uso de la información con fines científicos. El protocolo de investigación fue revisado y autorizado por el Comité de Ética Científico de la Universidad Viña del Mar (N°18/2018) y desarrollado según lo expuesto en la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013).

### Instrumentos

Para la medición del peso corporal se usó una balanza digital (marca Seca, modelo 813, Alemania, precisión: 0.1 kg), la estatura en posición bípida fue medida con un estadiómetro (marca Seca, modelo 217, Alemania, precisión: 0.1 cm) y el Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso corporal por la altura bípida al cuadrado (kg/m<sup>2</sup>).

### *Frequency Speed of Kicks Test Mult (FSKT<sub>mult</sub>)*

Esta prueba fue utilizada como pre y post-test luego de cada protocolo ejecutado. El FSKT<sub>mult</sub> mide la cantidad de patadas (derecha e izquierda) que realiza el atleta durante cinco series de 10 segundos de ejecución y 10 segundos de descanso entre cada una de ellas (Castro-Garrido et al., 2020). Esta prueba, de acuerdo a lo indicado por Santos & Franchini (2018), se puede realizar fácilmente, en cualquier lugar de entrenamiento destinado al Taekwondo, siendo una prueba específica para atletas de esta disciplina deportiva (Santos et al., 2018). En cada serie, el atleta realiza el máximo número de patadas posibles, alternando las piernas derecha e izquierda (Miraftabi et al., 2021).

El rendimiento se determinó a través del número de patadas en cada serie, el número total de patadas y el Índice de Disminución de Patadas o Índice de Fatiga (KDI, por su sigla en inglés) durante la prueba. Para calcular el KDI,

se tuvo en cuenta el número de patadas aplicadas durante el FSKT<sub>mult</sub> (Santos & Franchini, 2018), cálculo que se realizó siguiendo la siguiente ecuación (Girard et al., 2011; Santos & Franchini, 2016; Santos et al., 2016) de la figura 1:

$$\text{KDI (\%)} = \left[ 1 - \frac{\text{FSKT1} + \text{FSKT2} + \text{FSKT3} + \text{FSKT4} + \text{FSKT5}}{\text{Best FSKT} \times \text{Number of Sets}} \right] \times 100$$

Figura 1. Fórmula Índice de Fatiga (KDI).

#### Plataforma vibratoria

Para la ejecución de todos los protocolos de entrenamiento se utilizó una plataforma vibratoria marca FITVIBE® EXCEL PRO (Alemania). Específicamente, para los protocolos de entrenamiento con vibración, se utilizó una frecuencia de 30 Hertz (Hz) y amplitud de 4 milímetros (mm).

#### Procedimiento

Fueron aplicados 4 protocolos al grupo de participantes que incluyó un protocolo control antes de la aplicación de forma aleatoria de tres protocolos de entrenamiento con VCC (ISO = sentadilla isométrica sobre la plataforma sin vibración, con flexión de rodillas a 90°; SV = sentadilla isométrica sobre la plataforma con vibración, con flexión de rodillas a 90°; y SD = sentadilla dinámica sobre la plataforma con vibración, con flexo-extensiones de rodilla, a un máximo de 90°). Antes de la aplicación de cada protocolo, los atletas realizaron un calentamiento estandarizado durante 10 minutos sobre el área del tatami preparada para este efecto: ejecutaron distintos desplazamientos de manera lineal dentro de zonas previamente demarcadas, luego realizaron ejercicios de skipping, incorporando gradualmente diferentes elementos técnicos a utilizar en la ejecución de las distintas patadas, enfatizando en la técnica bandal chagui; lo anterior, se complementó con estiramientos de tipo balístico realizados en duplas. Las mediciones fueron realizadas en 4 sesiones diferentes, con un descanso entre ellas de 48 horas durante los periodos de entrenamiento regular de los deportistas.

El detalle de lo realizado por los participantes en cada uno de los protocolos se describe a continuación:

Protocolo control (0 Hz, 0 mm): Una vez finalizado el calentamiento estandarizado, el deportista realizaba una pausa de 10 minutos para inmediatamente ejecutar la prueba FSKT<sub>mult</sub> como post-test.

Protocolos experimentales (sin vibración: 0 Hz, 0 mm; con vibración: 30 Hz, 4 mm): En cada sesión (tres en total), una vez finalizado el calentamiento estandarizado, el deportista realizaba una pausa de 7 minutos para luego trasladarse al sector de la plataforma vibratoria al interior del mismo recinto deportivo, donde ejecutaba el protocolo de entrenamiento asignado aleatoriamente (ISO, SV o SD). Solo durante esta parte del procedimiento se utilizó la plataforma vibratoria, ya sea sin o con vibración. El

tiempo de exposición sobre la plataforma vibratoria en cada uno de los protocolos experimentales fue de un minuto, con un intervalo de descanso de 45 segundos, realizando un total de 3 repeticiones. Una vez terminado cada uno de los protocolos, los participantes realizaron una pausa de 10 minutos para luego ejecutar la prueba FSKT<sub>mult</sub> como post-test.

Durante el estudio los deportistas mantuvieron su régimen nutricional habitual. Además, se instruyó a los deportistas que no realizaran ejercicio físico intenso durante los periodos de descanso entre sesiones para no interferir en los resultados de la investigación.

#### Análisis estadístico

La distribución de normalidad de las variables fue examinada mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los datos fueron presentados en media y desviación estándar. Se utilizó la prueba ANOVA de medidas repetidas para comparar los resultados entre los grupos y se aplicó la prueba de post hoc de Bonferroni. Para los efectos de interacción tiempo  $\times$  grupo, se calcularon los tamaños del efecto con la prueba eta cuadrado parcial ( $\eta^2$ ) ( $\eta^2 \geq 0,01$  indica un efecto pequeño,  $\geq 0,059$  un efecto medio y  $\geq 0,138$  un efecto alto) (Richardson, 2011). Para las diferencias se presenta la variación comparando el valor inicial con los resultados de los distintos protocolos ( $\Delta$ ). Finalmente se calculó el tamaño del efecto para cada protocolo a través de la prueba d de Cohen, clasificándose de la siguiente forma: sin efecto ( $< 0,2$ ), pequeño ( $>0,2$  a  $0,5$ ), medio ( $>0,5$  a  $0,8$ ) y grande ( $\geq 0,8$ ) (Cohen, 1988). Para el análisis estadístico fue utilizado el software JAMOVI® versión 1.6 (Sidney, Australia). Para todas las pruebas estadísticas se consideró como significativo un valor  $p < 0,05$ .

#### Resultados

En la tabla 1 se aprecia que existieron solo diferencias significativas entre el grupo control y SV ( $p=0.018$ ) en FSKT-2. De manera general, a pesar de lo señalado, se aprecia un efecto moderado en FSKT-1 ( $\eta^2= 0.070$ ), FSKT-2 ( $\eta^2= 0.128$ ); FSKT-3 ( $\eta^2= 0.070$ ), FSKT-5 ( $\eta^2= 0.070$ ) y FSKT-Total ( $\eta^2= 0.076$ ). Al analizar cada protocolo se aprecian los siguientes efectos: ISO: FSKT-1 (TE=0.26), FSKT-2 (TE=0.74), FSKT-3 (TE=0.48), FSKT-4 (TE=0.51), FSKT-5 (TE=0.42), FSKTtotal (TE=0.67) y KDI (TE=0.35); SV: FSKT-1 (TE=0.28), FSKT-2 (TE=0.90), FSKT-3 (TE=0.65), FSKT-4 (TE=0.12), FSKT-5 (TE=0.37), FSKTtotal (TE=0.60) y KDI (TE=0.02); SD: FSKT-1 (TE=0.52), FSKT-2 (TE=0.68), FSKT-3 (TE=0.61), FSKT-4 (TE=0.36), FSKT-5 (TE=0.69), FSKTtotal (TE=0.69) y KDI (TE=0.48).

Tabla 1.

Diferencias entre los protocolos de entrenamiento con el protocolo control en la prueba específica de Taekwondo.

	Control (media ± DE)	ISO (media ± DE)	Δ	TE	SV (media ± DE)	Δ	TE	SD (media ± DE)	Δ	TE	F	p	n <sup>2</sup>
FSKT-1	18.2 ± 1.9	19.4 ± 1.5	1.2	0.26	18.7 ± 1.6	0.5	0.28	19.3 ± 2.3	1.1	0.52	2.34	0.095	0.070
FSKT-2	17.9 ± 2.1*	19.4 ± 1.9	1.5	0.74	19.8* ± 2.1	1.9	0.90	19.2 ± 1.7	1.3	0.68	3.80	0.021	0.128
FSKT-3	17.5 ± 2.1	18.6 ± 2.4	1.1	0.48	18.7 ± 1.5	1.2	0.65	18.7 ± 1.8	1.2	0.61	2.08	0.126	0.070
FSKT-4	17.8 ± 1.6	18.7 ± 1.9	0.9	0.51	18.0 ± 1.6	0.2	0.12	18.4 ± 1.7	0.6	0.36	1.06	0.382	0.045
FSKT-5	17.0 ± 2.3	18.0 ± 2.4	1.0	0.42	17.7 ± 1.3	0.7	0.37	18.4 ± 1.7	1.4	0.69	1.97	0.142	0.070
FSKT-Total	88.0 ± 8.7	94.1 ± 9.4	6.1	0.67	92.9 ± 7.5	4.9	0.60	94.0 ± 8.6	6.0	0.69	2.94	0.051	0.076
KDI	6.5 ± 4.1	5.1 ± 3.7	-1.4	0.35	6.4 ± 4.0	0.1	0.02	5.0 ± 1.6	-1.5	0.48	0.640	0.596	0.043

DE: desviación estándar; ISO: sentadilla isométrica sin vibración; SV: sentadilla isométrica con vibración; SD: sentadilla dinámica con vibración.

\*diferencias entre grupo control y SV (p=0.018)

## Discusión

El propósito de este estudio fue identificar el efecto agudo de las vibraciones de cuerpo completo sobre el rendimiento de la frecuencia de pateo e Índice de Fatiga de la patada circular en atletas de Taekwondo.

En cuanto a la frecuencia de pateo, el número de patadas totales fue superior en los tres protocolos de entrenamiento implementados (ISO: 94.1±9.4; SV: 92.5±7.5; SD: 94.0±8.6) en relación al protocolo control (88.0±8.7), mientras que, se aprecia que los tres protocolos presentan efectos moderados y altos en la prueba FSKT<sub>mult</sub>, pero SV no genera disminución en el Índice de Fatiga, mientras que ISO disminuye el Índice de Fatiga pero tiene menores efectos que SD, siendo este último, el protocolo que presenta los mejores resultados.

La posición de sentadilla a la cual se llega en el protocolo SD a través de una flexo-extensión de rodillas repetitiva, sería un factor determinante en la mejora de las respuestas agudas posterior a la exposición del estímulo (Pición-Martínez et al., 2019), aunque, en la mayoría de las pruebas en las cuales se ha evaluado el rendimiento posterior a las exposiciones con vibración, ha sido a través del salto vertical. Del mismo modo, el efecto agudo estaría mediado por la amplitud de los ángulos de flexión (Caryn & Dickey, 2019), como el propuesto en este estudio (90°) y el utilizado por Lamont et al. (2010) (135±5°), considerando, por cierto, que la sentadilla es un ejercicio multiarticular y de activación muscular durante todo rango de movimiento (Moreno et al., 2022).

En este sentido, es necesario considerar que el efecto agudo de las VCC puede estar causado por la respuesta aguda al ejercicio dinámico donde puede ocurrir una activación de la actividad muscular entre un 3,7% a 8,7% a diferencia del ejercicio estático que genera valores entre 0,6% a 6,7% (Hazell et al., 2007).

En este sentido, los efectos positivos obtenidos en SD pueden estar relacionados con el tiempo de exposición a la vibración, la amplitud, la frecuencia utilizada, el protocolo de ejercicio y las características de los participantes (Alam et al., 2018), así como también, podría ocurrir porque, similar a lo que ocurre con la potenciación post-activación, los protocolos utilizados para generarla a través de un estímulo vibratorio dan cuenta que el porcentaje de mejora se incrementa cuando se utiliza una plataforma vibrato-

ria con transmisión de vibración vertical en frecuencias entre 30 a 50 Hz (Hazell et al., 2007; Lamont et al., 2010; Cochrane, 2013; Annino, et al., 2017), lo que se condice con el valor de la frecuencia utilizada en este estudio.

En la misma línea, los resultados evidenciados por SD podrían estar relacionados con el nivel de entrenamiento de los atletas, ya que, el estímulo vibratorio provocaría una inhibición recíproca de los músculos antagonistas permitiendo contracciones máximas a velocidades más altas (Duc et al., 2020). En este sentido, Bazett-Jones et al. (2008) asevera que una exposición breve a VCC puede aumentar el rendimiento en pruebas como el salto de contra movimiento (CMJ), aunque a diferencia de la muestra estudiada, esos resultados se visibilizan en participantes del género femenino de edades similares a los participantes de esta investigación, mostrando aumentos entre el 8.3% y el 9.0% dependiendo de la aceleración de VCC utilizada.

Estudios realizados con VCC en otras disciplinas deportivas revelan diversidad de resultados e interpretaciones. Tal es el estudio de Cochrane et al. (2015) desarrollado en el deadlift, quien reporta que no hubo diferencias significativas en ninguno de los protocolos propuestos con frecuencias de 26 Hz y amplitudes de 6,4 mm, a diferencia de los protocolos ejecutados en este estudio que sugieren efectos agudos positivos sobre gran parte de los valores de la prueba FSKT<sub>mult</sub>. En otro estudio realizado en el golf con varones adultos (Bunker et al., 2011), los resultados asociados a la potencia dan cuenta de valores de p < 0,05 luego de realizar diferentes ejercicios de 30 segundos cada uno con VCC, los cuales disminuyen en edades superiores a los 45 años, aseverando que el ejercicio con vibraciones pierde efectividad con el aumento de la edad.

En cuanto al Índice de Fatiga, los valores obtenidos en el KDI en los protocolos experimentales (ISO: 5.1±3.7; SV: 6.4±4.0; SD: 5.0±1.6) fue superior al obtenido en el protocolo control (6.5±4.1), lo cual podría estar causado por el intervalo de descanso de 10 minutos propuesto por Santos et al. (2015), así como también a los tiempos próximos a los 10 minutos mencionados en la revisión sistemática desarrollada por Borba et al. (2017), al considerar pausas completas posterior a la aplicación de estímulos de alta carga neuromuscular (dinámicos/isométricos).

Otra causa podría estar relacionada al entrenamiento de alta velocidad que demanda este deporte, donde los

atletas podrían tener características contráctiles que mejoren el rendimiento (Burns et al., 2015), y que, a la vez, potencie las condiciones de recuperación posterior al ejercicio físico.

En este contexto, los resultados de este estudio dan cuenta de un efecto agudo que se produce en los atletas tras la exposición a VCC, incidiendo en una mejora muscular como respuesta aguda a la vibración que resulta en un aumento en el número de patadas totales en cada uno de los set (FSKT-1, FSKT-2, FSKT-3, FSKT-4 y FSKT-5) de cada uno de los protocolos ejecutados (ISO, SV y SD), con especial énfasis en el efecto producido por el protocolo SD, lo que permite aproximar al ejercicio con vibración como un método positivo y complementario a este deporte. Por otro lado, Oliveira et al. (2018) no reportó diferencias significativas posteriores al entrenamiento con VCC en atletas de Taekwondo en el tiempo de patada circular ( $p=0.73$ ), altura del salto ( $p=0.80$ ), fuerza máxima ( $p=0.78$ ) e impulso ( $p=0.38$ ).

Así mismo, Burns et al. (2015) también señala que no se verifican mejoras en diferentes acciones como el salto vertical y potencia anaeróbica. A pesar de ello, propone el uso de VCC como ayuda previa al entrenamiento y la competencia.

Lo anterior, se apoya también con Kurt & Pekünlü (2015) quien reporta que no hubo mejoras significativas posterior a la exposición con VCC en los test salto en cucullas (SJ), agarre manual (HG) y fuerza isométrica de piernas (ILS) en atletas de combate bien entrenados, pero si se evidencia un rol compensatorio, lo que genera una mejora estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ), siendo, de todos modos, el ejercicio con vibración una modalidad segura para aumentar el rendimiento muscular en atletas (Cochrane, 2011).

Otros estudios, además, reportan mejoras en el rendimiento al combinar el entrenamiento de VCC con cargas externas (Pojskic et al., 2015), en test de evaluación de salto, sprint y agilidad, lo que sugiere que también podría traer beneficios a atletas en otras disciplinas deportivas.

En términos generales, el entrenamiento con VCC ha demostrado ser de utilidad para aumentar la potencia muscular (Cristi-Montero et al., 2013), no obstante, los avances en la investigación sobre este método de entrenamiento con atletas de Taekwondo aún son escasos. En compensación de esto último, los resultados de este estudio pueden ser un gran aporte para entrenadores, preparadores físicos y profesionales de las ciencias del deporte que se desempeñen en esta disciplina y que a través del entrenamiento busquen una mejora en la performance deportiva, siendo de igual modo relevante el seguir estudiando este tipo de intervenciones con VCC, diversificando los parámetros utilizados como la amplitud, frecuencia, tiempos de ejecución, tiempos de descanso y ejercicios a ejecutar, promoviendo el uso de pruebas específicas a los deportes como es el caso del FSKT<sub>mult</sub> en el Taekwondo.

La principal limitación de este estudio fue el tamaño de la muestra, lo cual no permitió hacer un análisis estadístico

por categoría de peso, y, en consecuencia, de lo mismo, contar con un grupo control y un grupo experimental como tradicionalmente se utiliza.

## Conclusiones

La realización de ejercicios con exposición a VCC genera una mejora sobre la frecuencia de pateo e Índice de Fatiga, evidenciando el protocolo SD una mejor relación entre rendimiento y KDI.

## Referencias

- Alam, M., Khan, A. & Farooq, M. (2018). Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance: A literature review. *Work*, vol. 59(4), 571-583. <https://doi.org/10.3233/WOR-182699>
- Angiolillo, L. & Casas, A. (2021). Acondicionamiento previo deportivo para el Taekwondo Olímpico: una propuesta a partir de los ejercicios. *Educación Física y Ciencia*, 23(1), 164. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.24215/23142561e164>
- Annino, G., Iellamo, F., Palazzo, F., Fusco, A., Lombardo, M., Campoli, F. & Padua, E. (2017). Acute changes in neuromuscular activity in vertical jump and flexibility after exposure to whole body vibration. *Medicine*, 96(33), e7629. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007629>
- Avelar, N., Salvador, F., Ribeiro, V., Vianna, D., Costa, S., Gripp, F., Coimbra, C. & Lacerda, A. (2014). Whole body vibration and post-activation potentiation: a study with repeated measures. *International journal of sports medicine*, 35(8), 651-657. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1354360>
- Aksoy, D. (2019). Effects of 10-Week Whole Body Vibration Training on Strength, Flexibility, and Agility in Taekwondo Athletes. *Journal of Education and Learning*, 8(2), 213-222. <https://doi.org/10.5539/jel.v8n2p213>
- Bazett-Jones, D., Finch, H., & Dugan, E. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *Journal of sports science & medicine*, 7(1), 144-150. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24150147/>
- Borba, D., Ferreira-Júnior, J., Santos, L., Carmo, M. & Coelho, L. (2017). Effect of post-activation potentiation in Athletics: a systematic review. *Revista Brasileira de Cineantropometria y Desempenho Humano*, 19(1), 128-138. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2017v19n1p128>
- Bunker, D., Rhea, M., Simons, T. & Marín, P. (2011). The use of whole-body vibration as a golf warm-up. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 293-297. [10.1519/JSC.0b013e3181bfff5a1](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bfff5a1)
- Burns, J., Miller, P. & Hall, E. (2015). Acute effects of whole body vibration on functional capabilities of skeletal muscle. *Retos*, (27), 180-183. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/343>

73/18552

- Bush, J., Blog, G., Kang, J., Faigenbaum, A. & Ratamess, N. (2015). The Effects of Quadriceps Strength Following Static and Dynamic Whole Body Vibration Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1367-1377. [10.1519/JSC.0000000000000709](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000709)
- Carazo, P. (2013). Respuestas y adaptaciones fisiológicas en el entrenamiento de taekwondo. Una revisión sistemática. *PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 11(2), 1-19. <https://www.redalyc.org/pdf/4420/442042965005.pdf>
- Caryn, R. & Dickey, J. (2019). Transmission of Acceleration From a Synchronous Vibration Exercise Platform of the Head During Dynamic Squats. *Dose-Response*, 17(1). [10.1177/1559325819827467](https://doi.org/10.1177/1559325819827467)
- Castro-Garrido, N., Valderas-Maldonado, C., Herrera-Valenzuela, T., Ferreira Da Silva, J., Guzmán-Muñoz E., Vázquez-Gómez, J., Magnani, B., Zapata-Bastías, J., Valdés-Badilla P. & López-Fuenzalida, A. (2020). Effects of post-activation potentiation exercises on kicking frequency, fatigue rate and jump performance in taekwondo athletes: a case study. *Retos*, 38, 679-683. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.76755>
- Cochrane, D. (2011). Vibration exercise: the potential benefits. *International journal of sports medicine*, 32(2), 75-99. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1268010>
- Cochrane, D. (2013). The sport performance application of vibration exercise for warm-up, flexibility and sprint speed. *European journal of sport science*, 13(3), 256-271. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.606837>
- Cochrane, D., Coley, K., Pritchard, H. & Barnes, M. (2015). Vibration exercise as a warm-up modality for deadlift power output. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1033-1039. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000000>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://www.utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>
- Corredoira, F. & Durán, J. (2016). Efecto agudo del entrenamiento vibratorio en jugadoras de baloncesto femenino. *Revista Internacional De Medicina y Ciencias De La Actividad Física y Del Deporte*, (48). <https://revistas.uam.es/rimcafd/article/view/4145>
- Cristi-Montero, C., Cuevas, M. & Collado, P. (2013). Whole-body vibration training as complement to programs aimed at weight loss. *Nutrición Hospitalaria*, 28(5), 1365-1371. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.5.6656>
- Dallas, G. & Kirialanis, P. (2013). The effect of two different conditions of whole-body vibration on flexibility and jumping performance on artistic gymnast. *Science of Gymnastic Journal*, 5(2), 67-77. [https://www.researchgate.net/publication/281673969\\_The\\_effect\\_of\\_two\\_different\\_conditions\\_of\\_whole-body\\_vibration\\_on\\_flexibility\\_and\\_jumping\\_performance\\_on\\_artistic\\_gymnasts](https://www.researchgate.net/publication/281673969_The_effect_of_two_different_conditions_of_whole-body_vibration_on_flexibility_and_jumping_performance_on_artistic_gymnasts)
- Dallas, G., Paradisis, G., Kirialanis, P., Mellos, V., Argitaki, P. & Smirniotou, A. (2015). The acute effects of different training loads of whole body vibration on flexibility and explosive strength of lower limbs in divers. *Biology of sport*, 32(3), 235-241. <https://doi.org/10.5604/20831862.1163373>
- De Hoyo, M., Romero, S., Sañudo, B. & Carrasco L. (2009). Efecto de una sesión con vibraciones mecánicas sobre la capacidad de salto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 9(36), 366-378. <https://www.redalyc.org/pdf/542/54222972002.pdf>
- De la Fuente, A. & Castejón, F. (2016). Análisis del combate en taekwondo. Categorías para la evaluación de las acciones tácticas. Estudio preliminar. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 11(32), 157-170. [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/679165/analisis\\_fuente\\_c\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/679165/analisis_fuente_c_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Despina, T., George, D., George, T., Sotiris, P., Alessandra, D., George, K., Maria, R. & Stavros, K. (2013). Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human Movement Science*, 33, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.023>
- Donahue, R., Vingren, J., Duplanty, A., Levitt, D., Luk, H. & Kraemer, W. (2016). Acute Effect of Whole-Body Vibration Warm-up on Footspeed Quickness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2286-2291. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001014>
- Duc, S., Rønnestad, B. & Bertucci, W. (2020). Adding whole-body vibration to preconditioning squat exercise increases cycling sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1354-1361. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002236>
- Fereydounnia, S. & Shadmehr, A. (2020). Efficacy of whole body vibration on neurocognitive parameters in women with and without lumbar hyper-lordosis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(1), 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.030>
- Fernández-Río, J., Terrados, N. & Méndez, A. (2012). Entrenamiento vibratorio aplicado en deportistas: hechos y posibilidades. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 399, 117-140. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6345360>
- Galaz-Campos, D., Olivares-Arancibia, J., Solis-Urra, P., Suarez-Cadenas, E., Santos-Lozano, A., Rodríguez-Rodríguez, F & Cristi-Montero, C. (2021). Effect of High-Intensity whole body vibration on blood lactate removal and heart rate after an all-out test in active young men. *Retos*, 39, 471-476. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78441>
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A. & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability – part I: Factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694. <https://doi.org/10.2165/11590550-000000000-00000>
- Hazell, T., Jakobi, J. & Kenno, K. (2007). The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG

- during static and dynamic contractions. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 32(6), 1156-1163. <https://doi.org/10.1139/H07-116>
- Kurt, C. & Pekünlü E. (2015). Acute effect of whole body vibration on isometric strength, squat jump and flexibility in well-trained combat athletes. *Biology of sport*, 32(2), 115-122. <https://doi.org/10.5604/20831862.1134558>
- Janowski, M., Zieliński, J., Ciekot-Sołtysiak, M., Schneider, A., & Kusy, K. (2020). The Effect of Sports Rules Amendments on Exercise Intensity during Taekwondo-Specific Workouts. *International journal of environmental research and public health*, 17(18), 6779. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186779>
- Lamont, H., Cramer, J., Bemben, D., Shehab, R., Anderson, M. & Bemben, M. (2010). The acute effect of whole-body low-frequency vibration on countermovement vertical jump performance in college-aged men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3433-3342. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1ff7e>
- Maggiano, J., Yu, M., Chen, S., You, T. & Rathod, R. (2020). Retinal tear formation after whole-body vibration training exercise. *BMC Ophthalmology*, 20(1): 37. 10.1186/s12886-019-1291-y
- Martínez-Pardo, E., Romero-Arenas, S. & Alcaraz P. (2013). Effects of different amplitudes (high vs. low) of whole-body vibration training in active adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), 1798-1806. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318276b9a4>
- Mirafabi, H., Avazpoor, Z., Berjisian, E., Sarshin, A., Rezaei, S., Domínguez, R., Reale, R., Franchini, E., Hossein, M., Koozehchian, M., Willems, M., Rafiei, R & Naderi, A. (2021). Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cognitive Function, Aerobic and Anaerobic Performances of Trained Male Taekwondo Athletes: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10202. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910202>
- Moreno Martínez, M., Romero Acosta, L. & Quintanilla Ayala, L. (2022). Diferencias biomecánicas del gesto técnico de la media sentadilla libre en físico-culturistas profesionales y amateur. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 17(2), 465-476. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1996-24522022000200465&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522022000200465&lng=es&tlng=es)
- Ojeda-Aravena, A., Azócar-Gallardo, J., Galle, F. & García-García, J. (2020). Relación entre las características de la composición corporal y el rendimiento físico general y específico en competidores de taekwondo chilenos de nivel de ambos sexos: un estudio observaciones. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(2), 154-164. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.24.2.969>
- Olivares Arancibia, J., Solis-Urra, P., Porrás-López, F., Federici-Díaz, I., Rodríguez-Rodríguez, F., Zavala, J. P., & Cristi-Montero, C. (2021). Cardiac autonomic response during recovery using whole-body vibration after maximal cardiopulmonary exer. *Retos*, 42, 323-330. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.82484>
- Oliveira, M., Cochrane, D., Drummond, M., Rodrigues, M., Santos, P. & Pena, B. (2018). No acute effect of whole-body vibration on Roundhouse kick and countermovement jump performance of competitive Taekwondo athletes. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 20(6), 576-584. <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/yvf8sfScHsj8ChQDLtGN49M/?format=pdf&lang=en>
- Picón-Martínez, M., Chulvi-Medrano, I., Cortell-Tormo, J. & Cardozo, L. (2019). La potenciación post-activación en el salto vertical: una revisión. *Retos*. 36, 44-51. <http://dx.doi.org/10.47197>
- Pojksic, H., Pagaduan, J., Uzicanin, E., Babajic, F., Muratovic, M. & Tomljanovic M. (2015). Acute effects of loaded whole body vibration training on performance. *Asian journal of sports medicine*, 6(1), e24054. <https://doi.org/10.5812/asjms.24054>
- Richardson, J. (2011). The analysis of 2 × 2 contingency tables—Yet again. *Stat. Med.* 30(8), 890-892. <https://doi.org/10.1002/sim.4116>
- Sánchez-Rodríguez, D. & Bohórquez-Aldana, A. (2020). Análisis de la velocidad y la aceleración entre un golpe de boxeo y uno de taekwondo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1): e1481. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1481>
- Santos, J., Valenzuela, T. & Franchini, E. (2015). Can different conditioning activities and rest intervals affect the acute performance of taekwondo turning kick?. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1640-1647. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000808>
- Santos, J. & Franchini, E. (2016). Is frequency speed of kick test responsive to training? A study with taekwondo athletes. *Sport Science for Health*, 12(3), 377-382. <https://doi.org/10.1007/s11332-016-0300-2>
- Santos, J., Herrera-Valenzuela, T., Mota, G. & Franchini E. (2016). Influence of half-squat intensity and volume on the subsequent countermovement jump and frequency speed of kick test performance taekwondo athletes. *Kinesiology*, 48(1), 95-102. <https://doi.org/10.26582/k.48.1.6>
- Santos, J. & Franchini, E. (2018). Frequency Speed of Kick Test performance comparison between female taekwondo athletes of different competitive levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2934-2938. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002552>
- Santos, J., Loturco, I. & Franchini, E. (2018). Relationship between frequency speed of kick test performance, optimal load, and anthropometric variables in black-belt taekwondo athletes. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 18(1), 39-44. 10.14589/ido.18.1.6
- Tenório, F., Ferreira, G., Leão, S., Wagner, R. de França, N., Alves, A. & Santos, C. (2019). Whole-body vibration training protocols in obese individuals: a systematic review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 25(6), 527-533. <https://doi.org/10.1590/1517-869220192506211005>
- World Medical Association (WMA). (2013). *Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. Fortaleza, World Medical Association (WMA).