



# Método de entrenamiento híbrido complejo para desarrollar fuerza máxima y potencia muscular aplicado al karate. Un estudio de caso

## Complex hybrid training method to develop maximum strength and muscle power applied to karate. A case study

Nayro Isaac Domínguez-Gavia<sup>1\*</sup> ; Ramón Candia-Luján<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias de la Cultura Física. Chihuahua, México; email: nidominguez@uach.mx; rcandia@uach.mx

\*autor de correspondencia: nidominguez@uach.mx

**Cómo citar:** Domínguez-Gavia, N.I.; Candia-Luján, R. 2024. Método de entrenamiento híbrido complejo para desarrollar fuerza máxima y potencia muscular aplicado al karate. Un estudio de caso. Revista Digital: Actividad Física y Deporte. 10(1):e2521. <http://doi.org/10.31910/rdafd.v10.n1.2024.2521>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista Digital: Actividad Física y Deporte, bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

**Recibido:** septiembre 21 de 2023

**Aceptado:** noviembre 14 de 2023

**Editado por:** Néstor Ordoñez Saavedra

### RESUMEN

**Introducción:** el karate es un deporte de combate caracterizado por altas demandas de producción de potencia muscular; no obstante, para lograrlo es necesario tener altos niveles de fuerza máxima, como capacidad física primordial. **Objetivo:** proponer un nuevo método de entrenamiento denominado método de entrenamiento híbrido complejo (MEHC) y determinar sus efectos sobre la fuerza máxima y potencia muscular en la disciplina de karate. **Materiales y métodos:** participó un atleta de karate (México), seleccionado nacional, clasificado a Juegos Panamericanos 2023. Se aplicó el MEHC durante la etapa de fuerza máxima y transformación a potencia muscular. Se realizaron pruebas para medir potencia muscular, mediante velocidad de ejecución en miembros inferiores (*squat jump*) y superiores (*bench press throw*); la fuerza máxima se evaluó de igual manera (velocidad de ejecución) en sentadilla y *bench press*. **Resultados y discusión:** la potencia muscular aumentó 0,6 % en el *squat jump* (1,62 m/s pre y 1,63 m/s post) y el *bench press throw* mejoró 2,5 % (0,79 m/s pre y 0,81 m/s post). La fuerza máxima incrementó del 12,5 % en sentadilla (120 kg a 0,27 m/s pre y 135 kg a 0,28 m/s post), mientras que en *bench press* mejoró 4,4% (85 kg a 0,13m/s pre y 90 kg a 0,15m/s post). **Conclusiones:** los hallazgos de la presente investigación sugieren que el MEHC mejora los niveles de fuerza máxima y potencia muscular en un atleta de karate de alto nivel.

**Palabras clave:** Arte marcial; Capacidad física; Condición física; Deporte de combate; Método de entrenamiento.

### ABSTRACT

**Introduction:** Karate is a combat sport characterized by high demands to produce muscle power, however, to achieve the above it is necessary to have a high level of maximum strength as the primary physical capacity. **Objective:** To propose a new training method called the Complex Hybrid Training Method (CHTM) and determine its effects on maximum strength and muscle power in the karate discipline. **Materials and methods:** A karate athlete (Mexico), a national team qualified for the 2023 Pan American Games, participated. The CHTM was applied during the stage of maximum strength and transformation to muscle power. Test were carried out to measure muscle power by the execution of velocity in the lower (*squat jump*) and upper (*bench press throw*) limbs; the maximum strength was evaluated in the same way (execution of velocity) in squat and bench press. **Results and discussion:** Muscle power increased 0.6 % in the squat jump (1.62 m/s pre and 1.63 m/s post), on the other hand, the bench press throw improved 2.5 % (0.79 m/s pre and 0.81 m/s post). The maximum strength increased 12.5 % in squat (120 kg at 0.27 m/s pre and 135 kg at 0.28 m/s post), while in bench press improved 4.4 % (85 kg at 0.13 m/s pre and 90 kg at 0.15 m/s post). **Conclusions:** The findings of the present research suggest that the CHTM improves the levels of maximum strength and muscle power in a high-level karate athlete.

**Keywords:** Combat sport; Martial arts; Physical capacity; Physical condition; Training method.

## INTRODUCCIÓN

La habilidad de producir una alta tasa de desarrollo de fuerza RFD (por sus siglas en inglés) está relacionada con la capacidad de producir fuerza máxima de los atletas (Haff & Nimphius, 2012). Si bien hay diferentes clasificaciones de fuerza según el nivel de producción, la fuerza máxima es aquella que tiene mayor influencia positiva en el ámbito deportivo y así, se pone de manifiesto decir que la fuerza máxima es una capacidad física condicionante para su posterior conversión a potencia muscular (Taber *et al.* 2016).

En los deportes de combate, la preparación física del atleta debe ser específica, debido a las necesidades que se presentan en competición y, de esa manera, poner de manifiesto el nivel de fuerza y potencia al realizar gestos, como patear, golpear o proyectar. Por ello, el desarrollo de la fuerza máxima y su directa relación con la potencia muscular es imprescindible en estos deportes (Magnani Branco & Franchini, 2021; Santos & Franchini, 2021).

Uno de esos deportes es el karate, en el que está bien establecido que para lograr un alto y óptimo rendimiento deportivo se necesita tener una excelente condición física (Chaabène *et al.* 2015). Por ello, las contribuciones energéticas al karate están mediadas por el sistema aerobio como principal sustrato energético, al aportar un 77,8 % de la actividad total (Beneke *et al.* 2004); no obstante, las acciones manifiestas en un kumite (combate) son realizadas gracias al aporte del sistema anaerobio con un 16 % manifestando ratios de trabajo y descanso de 2:1, respectivamente; además, según la especialidad en la que se compete, ya sea kata (forma) o kumite, este último presenta una mayor exigencia física en lo que a potencia anaerobia se refiere en comparación de la kata, así como una mayor necesidad de producir potencia muscular (Doria *et al.* 2009; Chaabène *et al.* 2015).

Karatecas de carácter internacional producen grandes niveles de fuerza aplicada, tanto en miembros superiores como inferiores, lo que les permite mantenerse en el top mundial, debido a su preparación, íntimamente relacionado con grandes cantidades de fuerza máxima y su transferencia a potencia muscular (Roschel *et al.* 2009; Loturco *et al.* 2016).

Debido a estas necesidades físicas, fisiológicas y bioquímicas de los atletas de karate, el paradigma de la planificación para la preparación física aún no está claro, desde la perspectiva del entrenamiento deportivo. Si bien existen varios modelos de planificación (Martin Dantas *et al.* 2022; Camacho Velázquez *et al.* 2019), no hay uno especial para el karate; por ello, este estudio propone un nuevo método de entrenamiento, llamado método de entrenamiento híbrido complejo (MEHC), cuyas características se basan en el trabajo de fuerza máxima, como componente base (Bompa, 1996; Taber *et al.* 2016) y su transferencia a fuerza explosiva y potencia muscular con optimización del RFD (Stone *et al.* 2004). En su gran mayoría (siempre se trabajan estas dos capacidades con diferentes porcentajes, según la etapa) y, a su vez, el trabajo de resistencia, de velocidad, de capacidad de reacción en un mismo ciclo; por ello, el término híbrido complejo, lo que da un *continuum physicum*,

permitiendo trabajar las capacidades físicas necesarias para un atleta de karate, pero con predominancia de unas sobre otras.

De esta manera, el objetivo de este estudio es proponer un nuevo método de entrenamiento, denominado método de entrenamiento híbrido complejo y determinar sus efectos sobre la fuerza máxima y potencia muscular en la disciplina de karate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Participantes.** Este estudio de caso se aplicó a un atleta de 26 años de edad, 177 cm de altura, 78 kg de peso y 22 años entrenando en la disciplina de karate, seleccionado nacional de México (nueve años), con experiencia internacional en campeonatos panamericanos, centroamericanos y mundiales y medallista de Juegos Centroamericanos.

El participante recibió su consentimiento informado y se le explicó sobre los riesgos y los beneficios del programa de entrenamiento; a su vez, se le manifestó que podía abandonar el estudio en el momento que él lo deseara. Todo el estudio fue bajo los lineamientos de la declaración de Helsinki (AMM, 1975).

Se aplicó un método de entrenamiento híbrido complejo en su etapa de fuerza máxima y transformación a potencia (Tablas 1 y 2), como capacidad determinante en la transformación a potencia muscular, lo que se nombró un *continuum physicum*, estimulando otras capacidades físicas, debido al gran número de competencias en el año, lo que obliga a optar por trabajar de manera distinta las capacidades físicas, para mantener el estado óptimo de forma deportiva por más tiempo. La duración del estudio fue de un mes, dividido en cuatro microciclos, de los cuales, las primeras dos semanas fueron fuerza máxima, con cargas entre el 85 - 100 % de la 1RM (repetición máxima); la tercer semana fue de choque, con un aumento en el volumen e intensidad ajustados a la nueva RM (se evaluaba cada semana) y, finalmente, la última semana fue de conversión a potencia muscular, con cargas entre el 30 - 50 % de la RM, enfatizando en la velocidad de ejecución máxima.

El estudio fue de tipo cuasiexperimental, con pruebas de tipo pre-post para medir la fuerza máxima y potencia muscular. La intervención duró cuatro semanas en la etapa de fuerza máxima y transferencia a potencia muscular. Todas las pruebas se realizaron en un mismo horario y orden para tratar de replicar las mismas condiciones de medición. Previo a las pruebas se realizó un calentamiento, que incluyó movilidad articular, estiramiento dinámico y activación neuromuscular.

Las pruebas que se utilizaron fueron las siguientes: *squat jump* (sentadilla con salto) y *bench press throw* (*press banca balístico*), ambos con la carga óptima a la que se produjera mayor potencia muscular, tanto en miembros pélvicos inferiores como en miembros torácicos superiores. Las pruebas para determinar la fuerza máxima se aplicaron de igual manera en los ejercicios de sentadilla y *bench press*. Todas las pruebas se validaron con la velocidad de ejecución, ya que es un parámetro más confiable para determinar la fuerza

máxima y potencia muscular, de manera individual (González-Badillo *et al.* 2011; Balsalobre-Fernández & Torres-Ronda, 2021).

**Squat jump.** Se dio la instrucción al participante de movilizar la carga lo más rápido posible y de manera continua; se le dijo al atleta que se colocara con las rodillas en flexión de 90°, aproximadamente,

con la espalda erguida y que saltara lo más alto posible, para una mayor fiabilidad de la prueba. Se realizaron tres saltos continuos, tomando como valor de la prueba aquel que produjera mayor potencia; la medición se llevó a cabo, mediante el análisis de video en tiempo real, con la aplicación Metric VBT, que mide la velocidad de ejecución en m/s (Figura 1).

Tabla 1. Método de entrenamiento híbrido complejo MEHC etapa de fuerza máxima y transformación a potencia. Ejemplo de un microciclo y sus sesiones de entrenamiento matutinas.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
<b>Sesión matutina</b>	<b>Fuerza máxima y transferencia a potencia</b>	<b>Fuerza máxima y transferencia a potencia</b>	<b>Capacidad aerobia</b>	<b>PAP y transferencia a potencia</b>	<b>PAP y transferencia a potencia</b>	<b>Capacidad aerobia</b>
	Sentadilla 2x3 90 % RMve, 1x2 95 % RMve, 1x1 100 % Rmve, 6 saltos con mancuernas entre cada serie	Press banca 2x3 90 % RMve, 1x2 95 % RMve, 1x1 100 % Rmve, 6 empujes con mancuernas entre cada serie	45'' continuos divididos en estaciones de 1': coordinación en escalera, <i>battle rope</i> y trote	Clean 2x3 80 % RMve, 2x2 90 % RMve, 1x1 100 % Rmve	Jerk 2x3 80 % RMve, 2x2 90% RMve, 1x1 100 % Rmve	Trote ligero 10 km
	Peso muerto 2x3 90 % RMve, 1x2 95 % RMve, 1x1 100 % Rmve, 6 jalones de clean entre cada serie	Remo en banco con barra 2x3 90 % RMve, 1x2 95 % RMve, 1x1 100 % Rmve, 6 remos con mancuernas entre cada serie		Salto con barra hexagonal 4x10, Swing pesa rusa 4x10, saltos con una pierna 4x10, <i>curl</i> femoral en balón a una pierna 4x10	Press militar agarre neutro con mancuernas 4x10, empuje de barra como golpe 4x10	

% Rmve= porcentaje de la repetición máxima basado en la velocidad de ejecución; PAP= potenciación post activación; ' = minutos, '' = segundos.

Tabla 2. Método de entrenamiento híbrido complejo MEHC etapa de fuerza máxima y transferencia a potencia. Ejemplo de un microciclo y sus sesiones de entrenamiento vespertinas.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
<b>Sesión vespertina</b>	<b>Pliometría</b>	<b>Activación del reflejo miotático</b>		<b>Pliometría</b>	<b>Activación del reflejo miotático</b>	
	Salto en diferentes direcciones, tanto bilateral como unilateral y culminando con una acción 4x5	Salto desde cajón y salto hacia arriba 2x5		Salto en diferentes direcciones, tanto bilateral como unilateral y culminando con una acción 4x5	Salto desde cajón y salto hacia arriba 2x5	
		Sobrecarga excéntrica, absorbiendo y liberando en la acción concéntrica 2x5 de manera lineal y 2x5 lateral			Sobrecarga excéntrica, absorbiendo y liberando en la acción concéntrica 2x5 de manera lineal y 2x5 lateral	
	<b>Trabajo técnico táctico</b>	<b>Trabajo técnico táctico</b>	<b>Trabajo técnico táctico</b>	<b>Trabajo técnico táctico</b>	<b>Trabajo técnico táctico</b>	<b>Trabajo técnico táctico</b>
	Ataques de brazo directo	Absorción y contraataque	Kumite simulado	Reacción visual, auditiva y kinestésica	Absorción y contraataque	Kumite simulado
	Ataques de pierna	Anticipación y doble acción	12 kumites de 3 minutos a intensidad moderada	Movilidad y ataque en diferentes ángulos	Defensa, evadir y contraataque	6 kumites de 3 minutos a intensidad moderada
	Anticipación	Defensa				
	3 kumites a intensidad ligera	3 kumites a intensidad ligera		3 kumites a intensidad ligera	3 kumites a intensidad ligera	



Figura 1. Medición de la potencia muscular en miembros inferiores en un atleta de karate.

**Bench press throw.** La producción de potencia muscular en miembros torácicos superiores se llevó a cabo con el monitoreo de la velocidad de ejecución con la aplicación Metric VBT. Se le dio la instrucción al participante de tener un agarre que le fuera

cómodo, que no despegara los pies del suelo y que debía mantener la espalda recargada en el banco y que movilizara la carga lo más rápido posible; se realizaron tres repeticiones, tomándose en cuenta la de mayor velocidad, como valor de la evaluación (Figura 2).

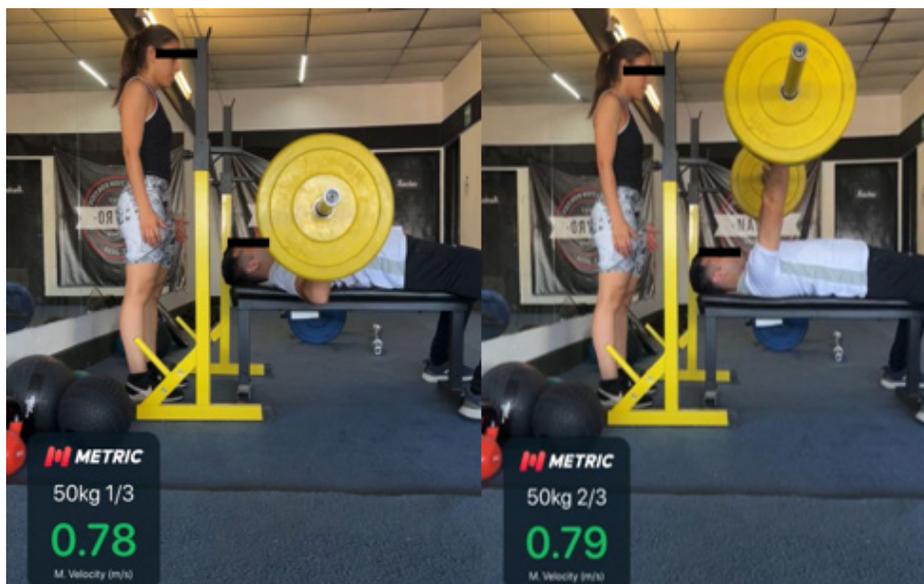


Figura 2. Medición de la potencia muscular en miembros superiores en un atleta de karate.

**Repetición máxima en sentadilla.** Para determinar los valores de fuerza máxima se aplicó un protocolo incremental, midiendo la velocidad de ejecución (González-Badillo *et al.* 2011; Balsalobre-Fernández & Torres-Ronda, 2021). Se daba la instrucción de movilizar la carga lo más rápido posible hasta que la velocidad fuera  $\leq$  a 0,31 m/s y era ahí donde se determinaba como valor de 1RM; para ello la sentadilla debía ser profunda. Se permitió un máximo de cinco intentos con recuperación de tres minutos entre cada uno de ellos, para conocer la capacidad máxima de producción de fuerza

y si se tenía alguna duda sobre el valor, se podía realizar un intento más. Los pesos fueron incrementando, según lo determinado por la velocidad de ejecución (Figura 3).

**Repetición máxima en bench press.** De la misma manera que en sentadilla, se llevó a cabo la prueba para determinar la 1RM, solo que, en esta ocasión, se buscaban velocidades  $\leq$  a 0,15 m/s. Los descansos eran de tres minutos entre cada intento, permitiéndose un máximo de cinco para lograrlo (Figura 4).



Figura 3. Determinación de la repetición máxima en sentadilla en un atleta de karate.

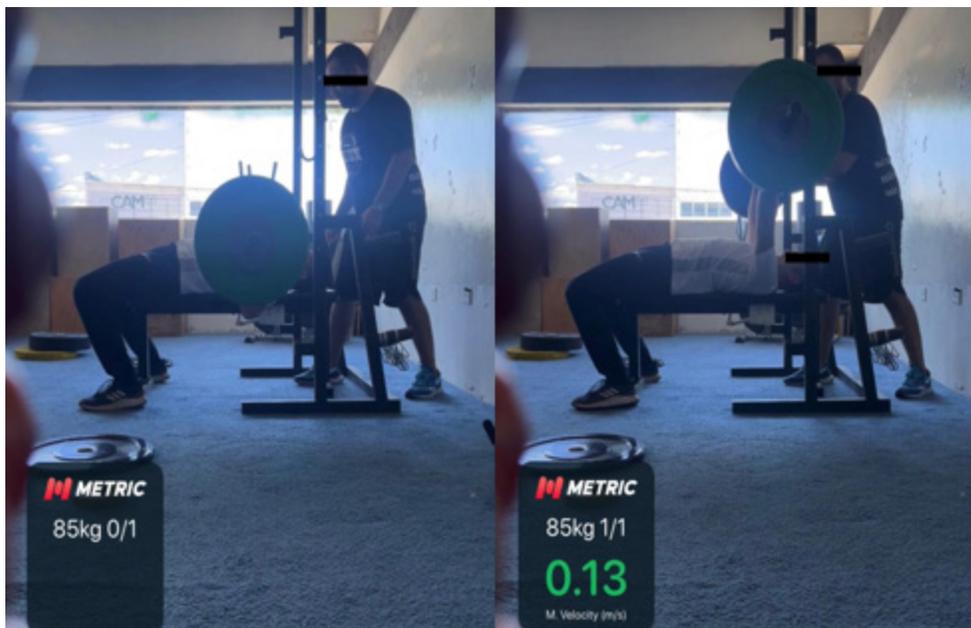


Figura 4. Determinación de la repetición máxima en *bench press* de un atleta de karate.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados después del mesociclo de fuerza máxima y conversión a potencia muscular del MEHC, se muestran en la tabla 3.

La potencia muscular en miembros inferiores evidenció un ligero aumento del 0,6 % en el *squat jump* (1,62 m/s pre y 1,63m/s post) y la potencia en miembros superiores presentó una mejora del 2,5 % (0,79 m/s pre y 0,81 m/s post).

La potencia muscular es definida como la capacidad de aplicar fuerza en un lapso corto; en karate, esta es una capacidad física

determinante para alcanzar un alto nivel deportivo (Chaabène *et al.* 2015).

En este estudio se evidenció una ligera mejora en la producción de potencia muscular, la cual, se monitoreó mediante la velocidad de ejecución, lo que evidencia una mayor fiabilidad y, a su vez, se puede relacionar con el perfil fuerza velocidad y mayor producción de torque y RFD (Balsalobre-Fernández & Torres-Ronda, 2021). Estos resultados están de acuerdo con lo reportado por Margaritopoulos *et al.* (2015), quienes aplicaron un protocolo en karatecas del equipo nacional griego. En sus resultados encontraron

mejoras en la potencia muscular en miembros inferiores, luego de una activación con ejercicios pliométricos, lo que coincide con el MEHC, que engloba el trabajo de pliometría entre sesiones y fases, además, la última semana del mesociclo fue para realizar la conversión a potencia muscular; sin embargo, en contraste con este estudio, Margaritopoulos *et al.* (2015) aplicaron un protocolo de potenciación post activación, por ello, no se puede concluir si los resultados que evidenciaron estos autores se deben a dicho fenómeno o por los efectos previos del entrenamiento, ya que los atletas tenían experiencia en entrenamiento enfocado a la fuerza.

De la misma manera, los resultados de la presente investigación en la producción de potencia muscular coinciden con los de Loturco *et al.* (2016), quienes reportaron aumentos del 1,1 % en el *squat jump*, luego de su intervención; por su parte, en este estudio, solo hubo una mejora del 0,6 % en la misma prueba. Estos resultados pudieron variar entre sí, a pesar de haber mejoras, debido a que Loturco *et al.* (2016) aplicaron el *squat jump* con una carga menor que en la presente investigación; otro factor importante es el tipo de estudio, debido a que Loturco *et al.* (2016) no llevaron a cabo un modelo de entrenamiento.

Tabla 3. Principales resultados del Método de entrenamiento híbrido complejo MEHC.

Variables	Pre	Post	Diferencia
SJ (m/s)	1,62	1,63	↑ 0,6 %
BPT (m/s)	0,79	0,81	↑ 2,5 %
FMS (kg)	120	135	↑ 12,5 %
FMBP (kg)	85	90	↑ 4,4 %

SJ= *squat jump*; BPT= *bench press throw*; FMS= fuerza máxima en sentadilla; FMBP= fuerza máxima en *bench press*; m/s= metros sobre segundo; kg= kilogramos; ↑= aumento; %= porcentaje.

Roschel *et al.* (2009) evidenciaron un mayor pico de potencia con cargas del 60 % de la 1RM en sentadilla con relación al 30 % en el mismo ejercicio; en contraparte, en el ejercicio de *bench press*, mostraron mayor potencia al 30 % comparado con la carga del 60 % de la 1RM. Estos hallazgos coinciden con los resultados del presente MEHC, en el cual, se presentó mayor potencia con relación a la velocidad de ejecución en sentadilla que en el *bench press*; sin embargo, esto también muestra la importancia de conocer de manera individual la carga y los tiempos de recuperación a la que se produce una mayor potencia muscular (Gołas *et al.* 2016), así como las evaluaciones que se utilicen, ya que puede haber manifestaciones diferentes de fuerza, con relación a ejercicios bilaterales comparados con los unilaterales (Bogdanis *et al.* 2019).

Otro punto de interés es conocer el tipo de acción muscular (excéntrica, isométrica o concéntrica), que se emplea para el desarrollo de la potencia; a su vez, se presentan factores de tipo nervioso y muscular, que son importantes para su optimización, como el porcentaje de fibras musculares, la activación e inhibición del complejo muscular agonista-antagonista y los niveles de fuerza máxima (Bogdanis *et al.* 2018). Una de las características del MEHC es precisamente el trabajar con diferentes estímulos musculares, según la etapa del desarrollo de fuerza máxima.

En los valores de fuerza máxima hubo incremento del 12,5 % en sentadilla (120 kg a 0,27 m/s pre y 135 kg a 0,28 m/s post), mientras que en *bench press* mejoró 4,4 % (85 kg a 0,13 m/s pre y 90 kg a 0,15 m/s post).

Un punto importante es que no solo aumentó la fuerza, sino también la velocidad, lo que manifiesta una conversión positiva de fuerza máxima a potencia muscular y un mayor RFD.

En los deportes de combate el desarrollo de la fuerza máxima es primordial para un correcto desempeño, por ello, en karate, esta es una capacidad física que va a permitir una mejor transferencia a fuerza explosiva y potencia muscular en las acciones propias de dicha disciplina (Haff & Niphuis, 2012; Taber *et al.* 2016).

Los aumentos de fuerza máxima están acordes con lo encontrado por Roschel *et al.* (2009), quienes manifestaron la importancia de la fuerza máxima en karatecas para poder transferir esa fuerza a la potencia muscular; sin embargo, a diferencia de Roschel *et al.* (2009), en el que su estudio fue transversal, en nuestro estudio se aplicó un programa de entrenamiento, por ello, pudiera haber fluctuaciones, debido a las adaptaciones propias de una planificación. A su vez, los resultados son similares a los encontrados por Yazdani *et al.* (2017), quienes encontraron mejoras en la fuerza máxima, luego de un plan de entrenamiento de siete semanas con dos grupos (*clusters* y pliometría), en atletas femeninas de karate y sus resultados mostraron incrementos de fuerza en ambos grupos, con un 27,5 %, en el total de todos los ejercicios de ambos grupos (7,67 kilos de ganancia); sin embargo, cabe destacar que este modelo se aplicó en un periodo de cuatro semanas, teniendo mayores % de aumento de fuerza individual. Estas diferencias de la producción de fuerza de este estudio con el de Yazdani *et al.* (2017) pueden ser, debido a que hay mayor potencia metabólica en la síntesis de atp pcr en hombres que en mujeres, lo que permite una mayor actividad de las fibras tipo IIX (Chaabène *et al.* 2015).

De la misma forma, los resultados obtenidos están acorde con los de Cook *et al.* (2013), quienes manifestaron un aumento en el desarrollo de la fuerza máxima luego de tres semanas de entrenamiento excéntrico combinado con ejercicios de velocidad. Estos resultados se pueden deber al estímulo de las fibras musculares tipo IIX; por ende, se presenta un mayor reclutamiento de unidades

motoras tipo IIX y, con ello, mayor fuerza. Esto coincide, ya que el objetivo del MEHC es desarrollar al máximo diversas capacidades físicas aplicando, como base, el desarrollo de la fuerza máxima como capacidad condicionante y, de esa manera, manifestar lo que se llama *continuum physicum*, como una nueva taxonomía en el deporte.

Por su parte, estos resultados coinciden con lo encontrado por Loturco *et al.* (2016), quienes realizaron un estudio para conocer las características físicas y fisiológicas de un atleta de karate (campeón mundial); entre esas características, se encontraba la evaluación de fuerza máxima y sus hallazgos manifestaron un aumento en la fuerza isométrica máxima en sentadilla (10,5 %) y *bench press* (1,6 %). A pesar de ello, una de las diferencias es que Loturco *et al.* (2016) realizaron un estudio de caso solo para conocer las características y no fue un plan de entrenamiento, como en este trabajo. Además, Loturco *et al.* (2016) evaluaron la fuerza isométrica y en este estudio, la fuerza dinámica; no obstante, es un parámetro fiable para comparar con el nivel del atleta participante en el presente estudio.

En otro estudio realizado por Roschel *et al.* (2009), en el equipo nacional brasileño de karate, encontraron niveles de fuerza máxima en sentadilla y en *bench press*, parecidos a los valores iniciales del presente estudio; a pesar de ello, la diferencia radicó en que el estudio de Roschel *et al.* (2009) fue transversal al igual que el de Loturco *et al.* (2016), pero Roschel *et al.* (2009) manifestaron la importancia de la fuerza máxima, para su transferencia hacia la fuerza explosiva y potencia muscular.

## CONCLUSIONES

Los hallazgos de la presente investigación sugieren que la implementación del MEHC estimula el desarrollo de la fuerza máxima y su transformación a potencia muscular en un atleta de karate, de alto nivel.

Se considera que este es el primer estudio de caso en el que se aplica y se propone un método de planificación para la preparación física y técnico-táctica en la disciplina de karate; no obstante, no se puede llegar a una conclusión sólida, debido a que el MEHC se debe aplicar en más atletas de karate y en sus dos modalidades de kata y kumite y adaptarlo, según las necesidades del entrenamiento.

Por otra parte, el MEHC se debe comparar con otros métodos y modelos de planificación del entrenamiento, tanto tradicionales como contemporáneos, para poder perfeccionarlo y, de esa manera, poder ser una opción viable para la planificación de otros deportes.

**Conflicto de intereses:** Esta investigación fue realizada y revisada con la participación de los autores, quienes declaramos que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

## REFERENCIAS

1. ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL, AMM. 1975. Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Tokio-Japón: Asociación Médica Mundial.
2. BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; TORRES-RONDA, L. 2021. The implementation of velocity-based training paradigm for team sports: framework, technologies, practical recommendations and challenges. *Sports*. 9(4):47. <https://doi.org/10.3390/sports9040047>
3. BENEKE, R.; BEYER, T.; JACHNER, C.; ERASMUS, J.; HÜTLER, M. 2004. Energetics of karate kumite. *European Journal of Applied Physiology*. 92:518-523. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1073-x>
4. BOGDANIS, G.C.; TSOUKOS, A.; BROWN, L.E.; SELIMA, E.; VELIGEKAS, P.; SPENGOS, K.; TERZIS, G. 2018. Muscle fiber and performance changes after fast eccentric complex training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 50(4):729-738. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001507>
5. BOGDANIS, G.C.; TSOUKOS, A.; KALOHERI, O.; TERZIS, G.; VELIGEKAS, P.; BROWN, L.E. 2019. Comparison between unilateral and bilateral plyometric training on single-and double-leg jumping performance and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 33(3):633-640. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001962>
6. BOMPA, T.O. 1996. Variations of periodization of strength. *Strength and Conditioning Journal*. 18(3):58-61.
7. CAMACHO VELÁZQUEZ, J.E.; OCHOA REYES, N.D.; RINCÓN BOLÍVAR, N.J. 2019. Revisión teórica de la planificación tradicional y contemporánea en el entrenamiento deportivo. *Revista. Actividad física y deporte*. 5(2):171-181. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v5.n2.2019.1265>
8. CHAABÈNE, H.; FRANCHINI, E.; STERKOWICZ, S.; TABBEN, M.; HACHANA, Y.; CHAMARI, K. 2015. Physiological responses to karate specific activities. *Science & Sports*. 30(4):179-187. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.03.002>
9. COOK, C.J.; BEAVEN, C.M.; KILDUFF, L.P. 2013. Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed performance gains in trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27(5):1280-1286. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182679278>

10. DORIA, C.; VEICSTEINAS, A.; LIMONTA, E.; MAGGIONI, M.A.; ASCHIERI, P.; EUSEBI, F.; PIETRANGELO, T. 2009. Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *European Journal of Applied Physiology*. 107(5):603-610. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1154-y>
11. GOŁAS, A.; MASZCZYK, A.; ZAJAC, A.; MIKOŁAJEC, K.; STASTNY, P. 2016. Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of Human Kinetics*. 52:95-106. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0197>
12. GONZÁLEZ-BADILLO, J.J.; MARQUES, M.C.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. 2011. The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. *Journal of human kinetics*. 29:15-19. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0053-6>
13. HAFÉ, G.G.; NIMPHIUS, S. 2012. Training principles for power. *Strength and Conditioning Journal*. 34(6):2-12. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826db467>
14. LOTURCO, I.; NAKAMURA, F.Y.; LOPES-SILVA, J.P.; SILVA-SANTOS, J.F.; PEREIRA, L.A.; FRANCHINI, E. 2016. Physical and physiological traits of a double world karate champion and responses to a simulated kumite bout: A case study. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 12(1):138-147. <https://doi.org/10.1177/1747954116684395>
15. MAGNANI BRANCO, B.H.; FRANCHINI, E. 2021. Developing maximal strength for combat sports athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*. 16(1):86-132. <https://doi.org/10.18002/rama.v16i1s.7002>
16. MARGARITPOULOS, S.; THEODOROU, A.; METHENITIS, S.; ZARAS, N.; DONTI, O.; TSOLAKIS, C. 2015. The effect of plyometric exercises on repeated strength and power performance in elite karate athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 15(2):310. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2015.02047>
17. MARTIN DANTAS, E.H.; BARRÓN-LUJÁN, J.C.; CELESTINO BISPO, M.D.; SALUM DE GODOY, E.; AQUINO DOS SANTOS, C.K.; DIAS BELLO, M.D.N.; GASTÉLUM-CUADRAS, G. 2022. Criterios para identificar y evaluar modelos de periodización de entrenamiento deportivo. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación: (45):174-183. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.90837>
18. ROSCHEL, H.; BATISTA, M.; MONTEIRO, R.; BERTUZZI, R.C.; BARROSO, R.; LOTURCO, I.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; FRANCHINI, E. 2009. Association between neuromuscular tests and kumite performance on the Brazilian Karate National Team. *Journal of Sports Science & Medicine*. 8(3):20-24.
19. SANTOS, J.F.D.S.; FRANCHINI, E. 2021. Developing muscle power for combat sports athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*. 16(1):133-173. <https://doi.org/10.18002/rama.v16i1s.7003>
20. STONE, M.H.; SANDS, W.A.; CARLOCK, J.; CALLAN, S.; DICKIE, D.; DAIGLE, K.; COTTON, J.; SMITH, S.L.; HARTMAN, M. 2004. The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 18(4):878-884. <https://doi.org/10.1519/14874.1>
21. TABER, C.; BELLON, C.; ABBOTT, H.; BINGHAM, G.E. 2016. Roles of maximal strength and rate of force development in maximizing muscular power. *Strength and Conditioning Journal*. 38(1):71-78. <https://doi.org/10.1519/SSC.000000000000193>
22. YAZDANI, S.; AMINAEI, M.; AMIRSEIFADINI, M. 2017. Effects of plyometric and cluster resistance training on explosive power and maximum strength in karate players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 6(2):34-44. <http://dx.doi.org/10.22631/ijaep.v6i2.142>