

Influencia de un entrenamiento pliométrico monopodal y bipodal sobre la fuerza explosiva del tren inferior y la corrección de asimetrías en karatekas

Unilateral and bilateral Influence of plyometric training in lower limb power and asymmetry in karatekas

David Fandos Soñén, David Falcón Miguel, Alejandro Moreno Azze, Francisco Pradas de La Fuente
Universidad de Zaragoza (España)

Resumen. El kárate consta de multitud de acciones ejercidas con el tren inferior que deben ser realizadas con la mayor fuerza y en el menor tiempo posible. En este deporte los saltos y las patadas son dos técnicas que necesitan de altos valores de fuerza explosiva siendo además las más efectuadas en competición. Existe una relación entre el entrenamiento pliométrico y el rendimiento deportivo, así como entre las asimetrías musculares y el aumento de las probabilidades de sufrir una lesión. El objetivo de este estudio fue comprobar los efectos de dos metodologías de entrenamiento pliométrico, monopodal versus bipodal, sobre los valores de fuerza explosiva del tren inferior y la corrección de asimetrías en karatekas. 20 competidores de la modalidad de kumité participaron de manera voluntaria en la investigación. Los valores de la fuerza explosiva fueron evaluados mediante el test de salto CMJ y horizontal, y las asimetrías a través de la fórmula de Bishop. Ambas metodologías de entrenamiento incrementaron los valores de fuerza explosiva y redujeron las asimetrías. El entrenamiento bipodal se mostró como el más efectivo, pronosticando con una probabilidad del 80% una mejora en el salto horizontal monopodal con la pierna no dominante respecto al entrenamiento monopodal. Ambos entrenamientos se mostraron eficaces para prevenir lesiones y mejorar el rendimiento.

Palabras clave: Kárate, pliometría, asimetrías, bipodal, monopodal, fuerza explosiva.

Abstract. Karate consists of a multitude of actions performed with the undercarriage which must be carried out with the greatest force and in the shortest time possible. In this sport, jumps and kicks are two techniques that require high values of explosive force and are also the most performed in competition. There is a relationship between plyometric training and sports performance, as well as between muscular asymmetries and the increase in the probability of suffering an injury. The aim of this study was to test the effects of two plyometric training methodologies, monopodal versus bipodal, on the explosive strength values of the lower body and the correction of asymmetries in karatekas. 20 competitors of the kumite modality voluntarily participated in the research. The values of the explosive force were evaluated by means of the CMJ and horizontal jump test, and the asymmetries by means of Bishop's formula. Both training methodologies increased explosive force values and reduced asymmetries. Bipodal training was shown to be the most effective, predicting with an 80% probability an improvement in monopodal horizontal jumping with the non-dominant leg over monopodal training. Both trainings were shown to be effective in preventing injuries and improving performance.

Keywords: Karate, plyometrics, asymmetries, bilateral, unilateral, explosive force.

Introducción

El kumite es una modalidad del kárate que se caracteriza por la realización de un enfrentamiento contra un adversario real. La competición en esta disciplina se efectúa por divisiones de peso corporal y al punto, golpeando con unas superficies concretas a unas zonas de contacto permitidas. Las técnicas de puño, y las técnicas de pierna son utilizadas en este arte marcial, siendo los saltos y las patadas en diversas direcciones las más comunes (Ajamil, et al.; 2011; Higaonna, 1998).

Las manifestaciones activas y reactivas de la fuerza pueden considerarse en este deporte como las responsables de la ejecución de la mayoría de los movimientos, en especial durante la competición (Vargas, Planas, & Llera, 2014; Quinzi, et al., 2016), donde se ha comprobado la existencia de una estrecha relación entre obtener un mayor rendimiento deportivo y manifestar mayores índices de fuerza explosiva (Martínez, Balsalobre, Villaceros & Tejero, 2013; Ojeda-Aravena & Azócar-Gallardo, 2020).

Diferentes investigaciones ponen de manifiesto que el rendimiento en el kárate tiene una relación directamente proporcional a los valores de fuerza explosiva que presentan los

deportistas (Doria, Veicsteinas, Limonta, Maggioni, Ascheri, Eusebi & Pietrangelo, 2009; Chaabène, Hachana, Franchini, Mkaouer & Chamari, 2012; Ravier, Grappe & Rouillon, 2004), siendo considerado este aspecto de gran relevancia, ya que para conservar unos óptimos niveles de eficacia de los elementos técnicos se hace necesario mantener elevados gradientes de fuerza explosiva (Henares, 2000; Quinzi, et al., 2016).

Una de las formas utilizadas tradicionalmente para evaluar el rendimiento de la fuerza explosiva en karatekas ha sido el salto con contramovimiento (CMJ) (Chaabène, et al., 2012; Koropanovski, Berjan, Bozic, Pazin, Sanader, Jovanovic & Jaric, 2011; Ravier, et al., 2004). El salto horizontal es otra prueba que también ha sido habitualmente utilizada en diferentes artes marciales para evaluar las manifestaciones activas y reactivas de la fuerza (Da Silva, Packe, Bassan & Urbinati, 2012; Cardozo & Moreno-Jiménez, 2018).

En cuanto al entrenamiento se refiere, la pliometría es el método más extendido para mejorar la fuerza explosiva (Asadi, Ramírez, Arazi & Sáez de Villarreal, 2018; Bompa, 2004; Brown, 2008), siendo considerada como una de las metodologías idóneas para incrementar la altura o longitud del salto (Chirosa, Ríos, Sánchez, Fernández & Padial, 2002).

El entrenamiento pliométrico en el kárate proporciona un beneficio en la aplicación de la fuerza específica (Velázquez & Popa, 2011), aumentando los índices de fuerza explosiva, y por ende incrementando la velocidad de las patadas (Nishimaru & Arca, 2013).

Sin embargo, un dato relevante a considerar para el rendimiento en el kárate, y del que se encuentran escasas referencias, es la posible existencia de déficits de fuerza entre ambas extremidades inferiores. Diversos estudios confirman una relación directa entre asimetrías musculares y un aumento de las probabilidades de lesionarse (Mokha, Sprague & Gatens, 2016). Parece ser que diferencias entre miembros de un 10-15%, evaluadas mediante test de salto, aumentan la probabilidad de padecer una lesión (Gustavsson, Neeter, Thomeé, Silbernagel, Augustsson, Thomeé & Karlson, 2006; Hewit, Cronin, & Hume, 2012).

Recientes investigaciones indican que es en la ejecución del salto o del pateo donde las asimetrías influyen negativamente sobre la ejecución técnica (Bishop, Turner & Read, 2018). En definitiva, una diferencia de fuerza entre extremidades puede ser perjudicial para el rendimiento deportivo (Gonzalo-Skok, Serna, Rhea & Marín, 2015; Bishop, Read, McCubbine & Turner, 2018).

Una metodología adecuada para poder corregir las asimetrías de las extremidades inferiores es el entrenamiento mediante el salto unilateral (Gonzalo-Skok et al., 2017; Gonzalo-Skok, Moreno, Arjol, Tous & Bishop, 2019). Este tipo de entrenamiento resulta de interés ya que además de corregir la asimetría mejora la velocidad (McCurdy, Walker, Langford, Kutz, Guerrero, & Mcmillan, 2010).

Teniendo en consideración la escasez de investigaciones sobre pliometría y asimetrías en artes marciales, se planteó como objetivo de esta investigación comprobar la influencia de dos metodologías diferentes de entrenamiento pliométrico (monopodal vs bipodal) sobre la fuerza explosiva del tren inferior y su posible efecto en la corrección de asimetrías en karatekas.

Método

Participantes

Un total de 22 karatecas (edad: 21,8±4,5 años; peso: 66,8±15,9 kgs; asimetría salto vertical 13,10±7,56; asimetría salto horizontal 6,35±4,74) de la modalidad de kumité participaron voluntariamente en este estudio. Los karatecas tenían una experiencia deportiva de 5,45±2,01 años en competiciones a nivel nacional e internacional. Los deportistas entrenaban 10 horas semanales, divididas en cuatro sesiones de 150 minutos de duración, en las que combinaban un entrenamiento específico y un entrenamiento de fuerza, perteneciente al periodo preparatorio antes de las competiciones.

Diseño

Los karatecas fueron asignados a dos grupos de entrenamiento de fuerza, bipodal (BI; n=11) versus monopodal (MO; n=11), distribuyéndose en cada grupo de manera aleatoria mediante un diseño ExpPost-facto teniendo en consideración su rendimiento físico. Se estableció como criterio de inclusión para poder participar en la investigación no haber entrenado de manera regular durante los seis meses previos a la realización del estudio, y como criterios de exclusión la no asistencia a todas las sesiones de entrenamiento, o padecer algún tipo de lesión o incapacidad que no permitiera desarrollar el entrenamiento diseñado en óptimas condiciones físicas. Todos los participantes fueron informados

del propósito del estudio y dieron su consentimiento para participar en el mismo cumpliendo con las normas éticas de la Declaración de Helsinki.

Antes de iniciarse el programa de intervención se realizaron cuatro sesiones de familiarización al entrenamiento de pliometría. Durante el desarrollo del estudio se solicitó a los participantes que no realizaran ningún ejercicio extenuante el día antes de cada prueba y que consumieran su última comida al menos tres horas antes de la hora programada para la prueba.

Programa de intervención

El entrenamiento pliométrico tuvo una duración de seis semanas, efectuándose dos sesiones a la semana con un intervalo de descanso de 48 horas. El ejercicio fundamental de entrenamiento consistió en la ejecución del Drop Jump (DJ), con caídas desde diferentes alturas (10, 20, 30, 40, 50 y 60 cm).

Para realizar los DJ se utilizaron steps de distintas alturas (Reebok, Inglaterra). Todas las sesiones de pliometría se efectuaron después de la realización de un calentamiento estandarizado (Margaritopoulos, Theodoru, Methenitis, Zaras, Donti & Tsolakis, 2015). El protocolo de entrenamiento del grupo BI fue una replica del planteamiento desarrollado por Asadi et al. (2018) (Tabla 1).

Tabla 1.
Protocolo de entrenamiento del grupo de trabajo bipodal.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Altura steps (cm)	20-40-60	20-40-60	20-40-60	20-40-60	20-40-60	20-40-60
Series	1	1	2	2	3	3
Repeticiones	10	10	10	10	10	10
mp	15"	15"	15"	15"	15"	15"
MP	120"	120"	120"	120"	120"	120"
Volumen	30	30	60	60	90	90

Mp: micropausa entre saltos; MP: macropausa entre cambio de step; Volumen: número de saltos

El grupo de entrenamiento MO realizó el mismo trabajo que el BI, pero modificado, realizándose el aterrizaje sobre un solo pie y alternando el pie de caída tras cada serie (Tabla 2). Puesto que el trabajo monopodal duplica el número de series respecto al trabajo bipodal, se redujo a la mitad la altura de los step para minimizar el riesgo de lesión e igualar la carga de trabajo entre ambos grupos.

Tabla 2.
Protocolo de entrenamiento del grupo de trabajo monopodal.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Altura steps (cm)	10-20-30	20-40-60	20-40-60	20-40-60	20-40-60	20-40-60
Series	1 x pierna	1 x pierna	2 x pierna	2 x pierna	3 x pierna	3 x pierna
Repeticiones	10	10	10	10	10	10
mp	15"	15"	15"	15"	15"	15"
MP	120"	120"	120"	120"	120"	120"
Volumen	60	60	120	120	180	180

Mp: micropausa entre saltos; MP: macropausa entre cambio de step; Volumen: número de saltos

Test de rendimiento funcional

Una semana antes del comienzo del plan de entrenamiento y una semana después de la finalización de la intervención, se llevaron a cabo distintas pruebas para evaluar la fuerza explosiva del tren inferior. Los tests realizados y su orden de ejecución fueron: salto CMJ bipodal (CMJBI), salto CMJ monopodal (CMJMO), salto horizontal bipodal (SHBI) y salto horizontal monopodal (SHMO). Se utilizó el mismo calentamiento estandarizado que el efectuado durante los entrenamientos antes de iniciarse los tests. Todos los test monopodales comenzaron con la pierna no dominante.

Para la realización de los saltos se siguieron los protoco-

los establecidos en diferentes investigaciones (Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Sitjá-Rabert, Kiefer & Myer, 2015; Luhtanen & Komi, 1983; Meylan, McMaster, Cronin, Mohammad, Rogers & Deklerk, 2009), adaptándose a una pierna en el caso de los test monopodales. Para evaluar la altura de los saltos verticales se utilizó un Optojump (Microgate, Bolzano, Italy) (Glatthorn, Gouge, Nussbaumer, Stauffacher, Impellizzeri, & Maffiuletti, 2011), mientras que para los saltos horizontales únicamente se consideró la diferencia de marcas al realizar la prueba (Gonzalo-Skok, Sanchez-Sabaté, Izquierdo-Lupón & Sáez de Villarreal, 2018).

Las asimetrías (AsyCMJ y AsySH) se evaluaron realizando saltos de manera monopodal tanto horizontal como verticalmente (Hewitt et al., 2012; Hopper, et al., 2002). Para analizar las asimetrías de los saltos se aplicó la fórmula de Bishop, Read, Lake, Chavda, & Turner (2018).

100/Valor máximo (derecha e izquierda) x valor mínimo (derecha e izquierda) x -1 + 100

Análisis de los datos

Se realizó una estadística descriptiva para obtener las medidas de tendencia central: media, desviación típica, mínimo y máximo. Los datos fueron transformados logarítmicamente para reducir el sesgo que surge del error no uniforme. El criterio para interpretar la magnitud del tamaño del efecto (TE) fue: <0,2 trivial, >0,2 a 0,6 pequeña, >0,6 a 1,2 moderada y >1,2 grande (Hopkins et al., 2009).

Las probabilidades cuantitativas de producir un efecto beneficioso/mejor o perjudicial/peor fueron evaluadas de manera cualitativa de la siguiente manera: <1%, casi seguro que no; >1-5%, muy improbable; >5-25%, improbable; >25-75%, posible; >75-95%, probable; >95-99%, muy probable; y >99%, casi seguro (Hopkins et al., 2009). Si la probabilidad de que el rendimiento fuera beneficioso/mejor o perjudicial/peor en ambos casos >5%, el resultado fue considerado como no claro.

Resultados

El objetivo de esta investigación respecto a las asimetrías fue disminuir sus porcentajes. En este sentido, todos los resultados se han expresado en positivo para mostrar de forma gráfica el posible efecto beneficioso del programa.

Comparación intra-grupos

Los resultados obtenidos por los deportistas del grupo BI se muestran en la Tabla 3. El BI presenta una mejora probable en CMJND (80/19/0%), CMJD (22/75/3%) y SHD (85/15/0%), una mejora posible en CMJ (61/39/0%) y SHBIL (38/

Tabla 3. Comparación intragrupo del plan de entrenamiento bilateral. Grupo Bilateral (N=10)

	Pre-test	Post-test	Diferencia estandarizada (IC 90%)	Probabilidad	Valoración cualitativa
CMJ	36,20 ±7,98	38,49 ±7,75	0,23 (0,03;0,44)	61/39/0%	posible
CMJND	17,26 ±3,78	19,13 ±4,50	0,35 (0,04;0,66)	80/19/0%	probable
CMJD	19,04 ±5,14	19,69 ±5,12	0,09 (-0,16;0,34)	22/75/3%	probable
AsyCMJ	12,29 ±8,54	10,42 ±8,91	0,43 (-0,33;1,18)	71/21/8%	No claro
SHBIL	205,30 ±36,52	213,60 ±36,60	0,18 (0,08;0,29)	38/62/0%	posible
SHND	166,20 ±29,12	184,40 ±27,99	0,47 (0,31;0,62)	99/1/0%	muy probable
SHD	170,50 ±32,42	182,50 ±30,59	0,29 (0,14;0,45)	85/15/0%	probable
AsySH	5,36 ±3,95	4,47 ±2,78	0,18 (-0,64;1,01)	48/31/21%	No claro

CMJ: salto en contramovimiento, CMJND: salto en contramovimiento con la pierna no dominante, CMJD: salto en contramovimiento con la pierna dominante, AsyCMJ: asimetría en el salto en contramovimiento, SHBIL: salto horizontal, SHND: salto horizontal con la pierna no dominante, SHD: salto horizontal con la pierna dominante, AsySH: asimetría en el salto horizontal.

62/0%), una mejora muy probable en el SHND (99/1/0%). Por el contrario, muestra muy poca claridad en la probabilidad de mejora de las asimetrías, tanto en salto vertical (71/21/8%) como en el horizontal (48/31/21%).

En el grupo MO los resultados de SH, tanto monopodal (ND 90/10/0%; D 91/9/0%) como bipodal (95/5/0%), muestran una mejora probable, mientras que en el salto vertical se observa una mejora posible de CMJ (50/50/0%) y CMJD (19/70/10%), así como una probabilidad poco clara de mejora en el CMJND (31/57/12%). En cuanto a las asimetrías, se puede apreciar una mejora probable en ambas, tanto en el salto horizontal (94/5/1%) como en el vertical (18/78/4%) (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación intragrupo del plan de entrenamiento monopodal. Grupo Monopodal (N=10)

	Pre-test	Post-test	Diferencia estandarizada (IC 90%)	Probabilidad	Valoración cualitativa
CMJ	37,55 ±7,88	39,25 ±7,37	0,20 (-0,02;0,42)	50/50/0%	posible
CMJND	20,07 ±5,46	20,79 ±6,15	0,09 (-0,32;0,50)	31/57/12%	No claro
CMJD	20,50 ±5,35	20,69 ±5,52	0,04 (-0,28;0,36)	19/70/10%	posible
AsyCMJ	13,91 ±6,80	10,35 ±8,40	0,07 (-0,19;0,32)	18/78/4%	probable
SHBIL	213,80 ±32,81	227,80 ±34,03	0,37 (0,20;0,53)	95/5/0%	probable
SHND	174,60 ±30,79	188,70 ±25,29	0,41 (0,13;0,68)	90/10/0%	probable
SHD	176,9 ±25,77	189,20 ±22,22	0,44 (0,14;0,74)	91/9/0%	probable
AsySH	7,35 ±5,46	3,03 ±2,25	0,91 (0,16;1,66)	94/5/1%	probable

Nota. CMJ: salto en contramovimiento, CMJND: salto en contramovimiento con la pierna no dominante, CMJD: salto en contramovimiento con la pierna dominante, AsyCMJ: asimetría en el salto en contramovimiento, SHBIL: salto horizontal, SHND: salto horizontal con la pierna no dominante, SHD: salto horizontal con la pierna dominante, AsySH: asimetría en el salto horizontal.

Comparación intergrupos

Se observaron resultados con posibles mejoras en CMJ (% = -0,1, [IC90%: -8,4; 7,0], con una probabilidad de mayor/similar/menor rendimiento del 24/36/40%), CMJND (% = -6,4, [IC90%: -20,1;9,6], con una probabilidad de mayor/similar/menor rendimiento del 14/22/64%), AsyCMJ (% = -27,3, [IC90%: -63,0;42,8], con una probabilidad de mayor/similar/menor rendimiento del 15/14/72%), SHND (% = -1,4, [IC90%: -6,6;4,1], con una probabilidad de mayor/similar/menor rendimiento del 22/25/53%), a favor del BI.

Tabla 5. Comparación intergrupo del plan de entrenamiento monopodal. Grupo monopodal VS Grupo Bipodal

	Diferencia (%)	Diferencia estandarizada (IC 90%)	Probabilidad	Valoración cualitativa
CMJ	-1,0 (-8,4;7,0)	-0,09 (-0,80;0,62)	24/36/40%	posible
CMJND	-6,4 (-20,1;9,6)	-0,38 (-1,30;0,53)	14/22/64%	posible
CMJD	-1,3 (-14,3;13,7)	-0,06 (-0,74;0,61)	25/38/36%	No claro
AsyCMJ	-27,3 (-63,0;42,8)	-0,66 (-2,07;0,74)	15/14/72%	posible
SHBIL	2,9 (-1,6;7,6)	0,48 (-0,28;1,23)	73/20/7%	No claro
SHND	-1,4 (-6,6;4,1)	-0,25 (-1,22;0,73)	22/25/53%	posible
SHD	1,5 (-3,8;7,1)	0,21 (-0,57;1,00)	51/30/18%	No claro
AsySH	50,2 (-19,8;181,5)	0,46 (-0,25;1,17)	73/20/6%	No claro

Nota. CMJ: salto en contramovimiento, CMJND: salto en contramovimiento con la pierna no dominante, CMJD: salto en contramovimiento con la pierna dominante, AsyCMJ: asimetría en el salto en contramovimiento, SHBIL: salto horizontal, SHND: salto horizontal con la pierna no dominante, SHD: salto horizontal con la pierna dominante, AsySH: asimetría en el salto horizontal.

El resto de variables mostraron resultados poco claros en cuanto a mejora de rendimiento (Figura 1).

Discusión

El primer objetivo del presente estudio fue comparar en karatekas los efectos de un entrenamiento pliométrico monopodal versus bipodal sobre la fuerza explosiva del tren inferior. La unidad de trabajo fundamental fue el salto DJ, al ser considerado un ejercicio adecuado para incrementar la fuerza explosiva sin poner en riesgo la salud de los deportistas (Chu, 2006; Gonzalo-Skok et al., 2017). Ambos grupos de entrenamiento aumentaron su rendimiento, aunque porcentualmente mejoraron más los sujetos que siguieron una metodología de entrenamiento bipodal.

Los resultados hallados coinciden con los obtenidos en

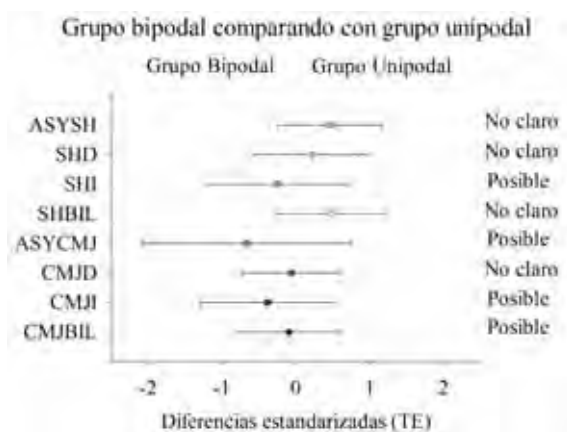


Figura 1. Comparación intergrupos de salto vertical y salto horizontal, monopodal y bipodal

CMJBIL: salto en contramovimiento, CMJND: salto en contramovimiento con la pierna no dominante, CMJD: salto en contramovimiento con la pierna dominante, ACMJ: asimetría en el salto en contramovimiento, SHBIL: salto horizontal, SHND: salto horizontal con la pierna no dominante, SHD: salto horizontal con la pierna dominante, ASYSH: asimetría en el salto horizontal.

diferentes investigaciones, en donde se indica que la fuerza explosiva es muy sensible a mejorar cuando se utiliza una metodología de entrenamiento de carácter pliométrico (Matavulj, Kukulj, Ugarkovic, Tihanyi & Jaric, 2001; Spurr, Murphy & Watsford, 2003; Sáez, González-Badillo & Izquierdo, 2008).

Al considerar las asimetrías se comprueba como el grupo MO, que partía inicialmente con mayores niveles de diferencias entre extremidad dominante y no dominante, ha conseguido reducirlas, incluso hasta valores inferiores a los mostrados por el grupo BI (Gonzalo-Skok et al., 2017). Sin embargo, el TE fue pequeño y la probabilidad de producir un efecto beneficioso no se cumplió en todas las variables.

El grupo BI redujo sus asimetrías e incrementó los valores del salto, pero tan solo tuvo probabilidad de producir un efecto beneficioso en CMJ, CMJND, SH, SHND y SHD. El resto de variables no están claras. Se puede apreciar que este tipo de entrenamiento produce un efecto beneficioso principalmente en la extremidad no dominante, incrementando más los valores con respecto a la extremidad inferior dominante.

Respecto al grupo MO, se observó una reducción de sus asimetrías y un incremento de los valores del salto, pero tan solo tuvo probabilidad de producir un efecto beneficioso en CMJ, SH, SHND, SHD. Se observa que este tipo de entrenamiento es el ideal si se quiere mejorar los valores del salto horizontal monopodal. Este hallazgo resulta de gran relevancia para el kumité ya que en esta modalidad la fuerza que se ejerce se realiza mayoritariamente en el vector horizontal.

Si analizamos en conjunto los datos obtenidos por MO y BI, se puede comprobar como ambos grupos mejoraron su rendimiento, en especial en acciones de SH. A pesar de haberse realizado un entrenamiento sobre la fuerza vertical, se observaron mejoras sobre la fuerza horizontal, de manera similar a otros estudios (Gonzalo-Skok et al., 2019). Este hecho podría ser explicado por el principio de transferencia, pudiendo influir el salto vertical considerablemente sobre el rendimiento del salto horizontal.

Cabe destacar que ambos grupos consiguieron mante-

ner sus porcentajes de asimetrías por debajo del 15%, disminuyendo así el riesgo de lesión (Gustavsson et al., 2006 y Hewit et al., 2012). Aunque tan solo es probable que tenga un efecto beneficioso el entrenamiento monopodal en la asimetría SH para dicho grupo, el resto de variables no están claras, coincidiendo con lo hallado en investigaciones similares. (Gonzalo-Skok, et al., 2017; Gonzalo-Skok, et al., 2019), en donde se defiende que la metodología de entrenamiento ideal para corregir la asimetría es el salto monopodal, pudiendo estar relacionado este hecho con un efecto de aumento contralateral de la fuerza de la musculatura homóloga (Carroll, Herbert, Munn, Lee, & Gandevia, 2006).

Comparando ambos entrenamientos se demuestra que el bipodal posiblemente produzca mayores beneficios en la reducción de la asimetría CMJ con respecto al monopodal. En la asimetría SH no está claro qué metodología ejercería mayor rendimiento. Los porcentajes de asimetría en el CMJ son un 5% superiores a los del SH, resultados que coinciden con los encontrados en jugadores de fútbol (Gonzalo-Skok, et al. 2019).

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con investigaciones realizadas en otros deportes en los que también se realizaron programas de entrenamiento similares (Gonzalo-Skok, et al., 2017, 2019). Se observa que la muestra del presente estudio presentó mayor porcentaje de asimetría en CMJ y menor en SH que los de los otros estudios (Gonzalo-Skok, et al., 2017, 2019), lo que puede ser un indicador de los perfiles de deportista atendiendo a las diferentes modalidades deportivas.

Conclusiones

Ambas metodologías de entrenamiento mejoran la fuerza explosiva, habiéndose mostrado el entrenamiento bipodal como un método más eficaz para la mejora de la asimetría del CMJ.

El entrenamiento monopodal y bipodal son eficaces para disminuir el porcentaje de las asimetrías, constituyéndose como dos formas de entrenamiento idóneas para prevenir lesiones y mejorar el rendimiento.

Aplicaciones prácticas

Las dos versiones de entrenamiento pliométrico podrían ser idóneas para modalidades en las que se ejerza fuerza en el vector horizontal (p.ej.: karate), al producir un efecto positivo en el rendimiento. Si en la modalidad deportiva predomina la fuerza en el vector vertical o el objetivo es mejorar el salto vertical la metodología realizada de forma bilateral puede ser un buen recurso. Finalmente, a la hora de evaluar las asimetrías es preferible utilizar valores de referencia del CMJ sobre los del SH.

Referencias

- Ajamil, D. L., Moro, R. I., Idiákez, J. A., Jiménez, M. A., & Echevarría, B. G. (2011). Estudio comparativo de las acciones de combate en el karate de categoría juvenil (12-13 años) y sénior. *Apunts Educación Física y Deportes*, (104), 66-79.
- Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Arazi, H., & Sáez de Villarreal, E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of sports*

- sciences*, 36(21), 2405-2411.
- Bishop, C., Read, P., McCubbine, J., & Turner, A. (2018). Vertical and Horizontal Asymmetries are Related to Slower Sprinting and Jump Performance in Elite Youth Female Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*.
- Bishop, C., Read, P., Lake, J., Chavda, S., & Turner, A. (2018). Interlimb asymmetries: understanding how to calculate differences from bilateral and unilateral tests. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 1-6.
- Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 36(10), 1135-1144.
- Bompa, T. O. (2004). Entrenamiento de la potencia aplicado a los deportes: la pliometría para el desarrollo de la máxima potencia (Vol. 310). Inde.
- Brown, L. E. (2008). Entrenamiento de la fuerza. Ed. Médica Panamericana.
- Cardozo, L. A., & Moreno-Jiménez, J. (2018). Valoración de la fuerza explosiva en deportistas de taekwondo: una revisión sistemática. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 17(1), 5.
- Carroll, T. J., Herbert, R. D., Munn, J., Lee, M., & Gandevia, S. C. (2006). Contralateral effects of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. *J Appl Physiol* 101, 1514-1522. doi:10.1152/jappphysiol.00531
- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, 42(10), 829-843.
- Chirosa, L. J., Ríos, I. C., Sánchez, B. R., Fernández-Castanys, B. F., & Padial, P. (2002). Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical. *European Journal of Human Movement*, (8), 47-71.
- Chu, D. A. (2006). Ejercicios pliométricos (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Da Silva, L. V. M., Packe, C., Bassan, J. C., & Urbinati, K. S. (2012). Níveis de força e composição corporal em atletas de karate. *FIEP Bulletin*, 82.
- 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.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Sitjà-Rabert, M., Kiefer, A. W., & Myer, G. D. (2015). Neuromuscular asymmetries in the lower limbs of elite female youth basketball players and the application of the skillful limb model of comparison. *Physical Therapy in Sport*, 16(4), 317-323.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 556-560.
- Gonzalo-Skok, O., Moreno-Azze, A., Arjol-Serrano, J. L., Tous-Fajardo, J., & Bishop, C. (2019). A Comparison of Three Different Unilateral Strength Training Strategies to Enhance Jumping Performance and Decrease Inter-Limb Asymmetries in Soccer Players. *International journal of sports physiology and performance*, 1-26.
- Gonzalo-Skok, O., Sánchez-Sabaté, J., Izquierdo-Lupón, L., & Sáez de Villareal, E. (2018). Influence of force-vector and force application plyometric training in young elite basketball players. *European journal of sport science*, 19(3), 305-314.
- Gonzalo-Skok, O., Serna, J., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). Relationships between functional movement tests and performance tests in young elite male basketball players. *International journal of sports physical therapy*, 10(5), 628.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106-114.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Eccentric-overload training in team-sport functional performance: Constant bilateral vertical versus variable unilateral multidirectional movements. *International journal of sports physiology and performance*, 12(7), 951-958.
- Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Silbernagel, K. G., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 14(8), 778-788.
- Henares, D. A. (2000). *Deportes de lucha* (Vol. 569). Inde.
- Hewitt, J. K., Cronin, J. B., & Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multidirectional jumping tasks. *Physical Therapy in Sport*, 13(1), 238-242.
- Higaonna, M. (1998). *Karate-Do Tradicional-Okinawa Goju Ryu-Técnicas Básicas*. Vol. 1. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(1), 3-13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Hopper, D. M., Goh, S. C., Wentworth, L. A., Chan, D. Y., Chau, J. H., Wootton, G. J., ... & Boyle, J. J. (2002). Test-retest reliability of knee rating scales and functional hop tests one year following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 3(1), 10-18.
- Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P. R., Pazin, N., Sanader, A., Jovanovic, S., & Jaric, S. (2011). Anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. *Journal of Human Kinetics*, 30, 107-114.
- Margaritopoulos, S., Theodorou, A., Methenitis, S., Zaras, N., Donti, O., & Tsolakis, C. (2015). El efecto de los ejercicios pliométricos sobre la fuerza repetida y el rendimiento de potencia en atletas de karate de élite. *Revista de Educación Física y Deporte*, 15 (2), 310.
- Martínez, V., Balsalobre, C., Villaceros, J., & Tejero, C. M. (2013). Relaciones entre el salto vertical y la velocidad de mae-geri en karatecas de nivel internacional, especialidad kata. *Apunts. Educación física y deportes*, (4) 114, 58-64.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(2), 159-164.
- Mccurdy, K. W., Walker, J. L., Langford, G. A., Kutz, M. R., Guerrero, J. M., & Mcmillan, J. (2010). The relationship between kinematic determinants of jump and sprint performance in division I women soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3200-3208.
- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., Rogers, C., & Deklerk, M. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1140-7.
- Mokha, M., Sprague, P. A., & Gatens, D. R. (2016). Predicting musculoskeletal injury in National Collegiate Athletic Association Division II athletes from asymmetries and individual-test versus composite functional movement screen scores. *Journal of athletic training*, 51(4), 276-282.
- Nishimaru, R. A., & Arca, M. A. (2013). A pliometria no aprimoramento do chute do karate. *Rev Eletrônica Educ Ciência*, 3(2), 29-33.
- Ojeda-Aravena, A., & Azócar-Gallardo, J. (2020). Comparación de la composición corporal y el rendimiento físico entre practicantes jóvenes de karate deportivo vs. Karate tradicional. *Revista Horizontes de la Actividad Física*, 11(1), 1-12.
- Quinzi, F., Camomilla, V., Di Mario, A., Felici, F., & Sbriccoli, P. (2016). Repeated kicking actions in karate: Effect on technical execution in elite practitioners. *International journal of sports physiology and performance*, 11(3), 363-369.
- Ravier, G., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2004). Application of force-velocity cycle ergometer test and vertical jump tests in the functional assessment of karate competitor. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 44(4), 349-355.
- Sáez, E., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2008). Low and Moderate Plyometric Training Frequency Produces Greater Jumping and Sprinting Gains Compared with High Frequency. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 715-725. doi: 10.1519/JSC.0b013e318163eade
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2002). The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur J Appl Physiol*, 89(1), 1-7.
- Vargas, G., Planas, I., & Llera, M. (2014). Propuesta de ejercicios para mejorar la fuerza explosiva en las karatecas de 13 años de La Habana. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 190. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd190/ejercicios-para-la-fuerza-en-karatecas.htm>
- Velázquez G. A. & Popa, G. J. (2011). Perfil de exigencias del karate-do competitivo. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 152. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd152/exigencias-del-karate-do-competitivo.htm>