

ORIGINAL

## Efectos beneficiosos del karate sobre la propiocepción y la coordinación en jóvenes con síndrome de Down: seguimiento de dos años

F. Garrido<sup>a,\*</sup>, M. Muñoz<sup>b</sup>, P. García<sup>a</sup> y M. Salado<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Leighton Hospital, Community Pediatrics, Reino Unido

<sup>b</sup>Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

<sup>c</sup>Departamento de Pediatría y Salud Infantil, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

Recibido el 28 de julio de 2014; aceptado el 25 de septiembre de 2014

### PALABRAS CLAVE:

Síndrome de Down;  
Karate;  
Artes marciales;  
Ejercicios  
proprioceptivos;  
Ejercicios de  
coordinación

### KEYWORDS:

Down syndrome;  
Karate;  
Martial arts;  
Proprioceptive training;  
Coordination training

### Resumen

**Objetivos:** establecer el impacto de las artes marciales en el desarrollo de habilidades motoras, específicamente sobre la propiocepción, en jóvenes afectados por síndrome de Down.

**Diseño:** en este estudio participan 7 adolescentes en los que se evalúa secuencialmente el control postural antes, durante y después de 2 años de entrenamiento de karate. Se adaptaron tres pruebas (prueba de sentadillas, del flamenco y de velocidad del movimiento del brazo) para realizar un análisis de la propiocepción.

**Resultados:** concluimos que la incorporación del karate en la rutina deportiva de jóvenes afectados por síndrome de Down conlleva una mejora en su equilibrio y coordinación general.

### Beneficial effects of karate on the proprioception and coordination of young people with Down syndrome: a two-year follow up

### Abstract

**Objectives:** Assess the impact of martial arts into motor skills, specifically on proprioception, of young people with Down syndrome.

**Design:** Seven teenagers participating in the study were evaluated sequentially in postural control before, during and after 2 years of karate training. Three adapted tests (Burpee, Flamingo and Arm movement speed tests) were drawn up to analyze proprioception.

**Results:** We concluded that the incorporation of karate, in the sporting routine of young people with Down syndrome, results in an improvement in their balance and general coordination.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: Felipe.Garrido@mcht.nhs.uk (F. Garrido).

## Introducción

El síndrome de Down (SD) es una trisomía del cromosoma 21 que presenta una variabilidad fenotípica ampliamente descrita. Con respecto a la actividad física, no debería considerarse una enfermedad, sino más bien una condición. Las personas con SD pueden participar en una diversa variedad de actividades, siempre que estas se lleven a cabo en condiciones sanitarias óptimas y sin riesgos para el individuo. Desde el punto de vista fisiológico, son diferentes de los sujetos sin discapacidad en el sentido de que presentan niveles reducidos de metabolismo aeróbico, así como valores bajos de la frecuencia cardíaca máxima. Además, tienen menos fuerza. Las personas con esta patología padecen un estado prooxidativo que contribuye a los déficits motor y cognitivo propios, aunque dicha situación puede mejorar con la ayuda del deporte<sup>1</sup>.

La obesidad y el exceso de peso son predominantes en este grupo. Sin embargo, se han llevado a cabo pocos estudios sobre el efecto que tiene la participación en actividades deportivas en las personas con SD.

La actividad física y el deporte pueden beneficiar la capacidad física y motora de estas personas, su coordinación general y su motricidad fina y gruesa, así como su equilibrio. De manera indirecta, estos beneficios físicos/deportivos pueden contribuir a una mejora del bienestar social y a reforzar la autoestima, facilitando la integración en grupos deportivos de personas sin discapacidades.

No hay información disponible en la literatura científica sobre la mejora de la propiocepción y la coordinación en niños con SD que practican artes marciales. El deporte en general mejora la propiocepción, pero por ahora no se ha publicado ningún estudio centrado en las artes marciales.

El objetivo de nuestro estudio es mostrar que las artes marciales pueden tener efectos beneficiosos sobre la propiocepción y la coordinación de las extremidades superiores e inferiores en adolescentes con SD.

## Material y métodos

Todos los participantes estaban diagnosticados con SD y acudían regularmente a un centro de la provincia de Cádiz que trabaja por la integración y la autonomía. Entre otras actividades de estimulación y adaptación, realizaron artes marciales, concretamente dos sesiones de karate por semana. En dichas sesiones, los niños con SD también practicaban técnicas de combate (katas) entre ellos. Durante todo el período de prueba, el entrenamiento estaba dirigido por el mismo instructor, un maestro de karate con una experiencia considerable en la docencia del karate tanto a niños como a adultos.

En el estudio participaron 10 adolescentes, con edades entre los 14 y los 18 años. Ninguno de los participantes presentaba otras enfermedades que pudieran limitar su control postural. Tres sujetos no finalizaron el estudio por motivos familiares ajenos al entrenamiento. Todos los padres o tutores legales de los adolescentes firmaron un documento de consentimiento informado en el que se explicaban los objetivos y la metodología del entrenamiento, así como los datos de los investigadores y los derechos de los padres o tu-

tores legales respecto a la información personal y a los registros obtenidos sobre sus hijos o hijas.

En los jóvenes que participaron en el estudio se evaluó de manera secuencial el control postural antes, durante y después de 2 años de entrenamiento de karate. Para analizar la propiocepción se redactaron tres pruebas. Las pruebas seleccionadas y adaptadas para el estudio fueron las siguientes:

**A) Prueba de sentadillas:** el participante debe realizar un ejercicio repetitivo todas las veces que pueda en un minuto. El ejercicio consiste en cinco posiciones, que deben ejecutarse correctamente y en orden, sin dejarse ninguna, para considerarse válido. Las posiciones mencionadas son las siguientes: 1) de pie con los brazos a los lados; 2) doblar las piernas; 3) apoyándose con las dos manos en el suelo, estirar las piernas, y 4) flexionar de nuevo las piernas y volver a la posición inicial (de pie).

**B) Prueba del flamenco,** adaptada para las condiciones especiales de los participantes. Para esta prueba, los participantes tenían que aguantarse sobre una pierna sujetando con las manos la otra pierna, que estaba doblada. Primero se hacía con la pierna derecha y a continuación con la izquierda, y se cronometraba el tiempo que aguantaba cada sujeto sobre una sola pierna.

**C) Prueba de velocidad del movimiento del brazo,** que consiste en colocar dos platos a 60 cm el uno del otro y en cronometrar cuánto se tarda en realizar 25 movimientos de brazo de un plato al otro. Se recopiló información para ambas extremidades superiores.

Se diseñó una plantilla para anotar los datos y esta se transfirió a una hoja de cálculo (con el programa gratuito Openoffice), lo que simplificó el análisis estadístico mediante el paquete estadístico gratuito "R" (<http://www.r-project.org>).

Se tomaron fotos y vídeos, con la autorización de los padres o tutores legales, lo que nos permitió ilustrar las pruebas de propiocepción aplicadas a los jóvenes, así como la actividad física regular que realizaron durante el período del estudio.

Se estudió la repetición de diferentes mediciones en un grupo de 7 sujetos, de modo tal que las observaciones dependen las unas de las otras. Como el número de participantes era bajo e independiente, no se pudo garantizar ni probar la hipótesis de normalidad, por lo que se tomó la decisión de utilizar pruebas no paramétricas. Así, se utilizó la prueba de Friedman para poder comparar múltiples mediciones repetidas de una prueba y cuya hipótesis nula es la equivalente a las diferentes distribuciones de la subpoblación.

El estudio se llevó a cabo de conformidad con la Declaración de Helsinki de 1961 (revisada en Edimburgo, 2000) y fue aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Universidad de Cádiz.

## Resultados

Se evaluaron los resultados obtenidos de 7 sujetos con SD, con una media de edad de 16,3 ( $\pm 1,73$ ) años. Los jóvenes mejoraron sus resultados en todas las pruebas realizadas para medir sus capacidades propioceptivas. Se efectuaron

cinco mediciones por cada prueba, antes, durante y después del entrenamiento de karate.

Los participantes mejoraron en la prueba de sentadillas, con un valor inicial medio de 7,86 repeticiones ( $DE \pm 3,85$ ) antes del entrenamiento, y un valor final de 16,86 ( $DE \pm 4,26$ ). La prueba de Friedman rechazó la hipótesis de igualdad con un valor  $p$  de 0,00044. Si comparamos el resultado inicial con el último, la hipótesis de igualdad se rechaza con un valor  $p$  de 0,0082 (fig. 1).

Los participantes también presentaron una evolución positiva en la prueba de velocidad, tanto con la mano izquierda como con la derecha. La mejora en segundos con la mano izquierda fue de 9,09 ( $DE \pm 4,56$ ) y con la mano derecha, de 9,19 ( $DE \pm 3,19$ ), lo que no supuso diferencias significativas en la mejora de ambos brazos. Con respecto a la velocidad del brazo izquierdo, la prueba de Friedman rechaza la hipótesis de igualdad con un valor  $p$  de 0,0011. Si comparamos la situación inicial con la última, la hipótesis de igualdad se rechaza con un valor  $p$  de 0,0082. De manera similar, la prueba de Friedman rechazó la hipótesis de igualdad en el brazo derecho con un valor  $p$  de 0,00065. Si comparamos la situación inicial con la última, la hipótesis de igualdad se rechazó con un valor  $p$  de 0,0082.

Los pacientes mejoraron de manera significativa los tiempos obtenidos en la prueba del flamenco en ambas piernas (fig. 2). El valor medio de la mejora al inicio del entrenamiento en la pierna izquierda ( $18,35 \pm DE 8,92$ ) no mostró diferencias significativas ( $p 0,254$ ) respecto a la pierna derecha ( $13,52 \pm DE 9,45$ ). La prueba de Friedman rechazó la hipótesis de igualdad en la prueba del flamenco realizada en ambas piernas, obteniendo un valor  $p$  en la pierna izquierda de 0,0011 y de 0,01121 en la derecha. Si comparamos el resultado inicial con el valor obtenido después del entrenamiento de karate, la hipótesis de igualdad se rechazó con un valor  $p$  de 0,0082 en la pierna izquierda y de 0,0082 en la derecha.

En los resultados descritos se comparó la mejora de la primera a la última medición. No obstante, nos gustaría subrayar el hecho de que también detectamos una mejora significativa en los valores obtenidos por los jóvenes en la comparación combinada de todas las mediciones tomadas, que fueron cinco en total.

## Discusión

El mantenimiento del equilibrio y el desarrollo de las capacidades propioceptivas en personas con SD son elementos del desarrollo psicomotor que han sido ampliamente estudiados<sup>2</sup>. La adquisición de estas capacidades a través del deporte aporta a los padres y maestros una herramienta muy interesante, con la que además estos sujetos pueden socializarse más y llevar vidas más plenas.

El control postural requiere dos procesos diferentes: el primero, recopilación sensorial y organización, y el segundo, ajustes motores. El control postural parece estar bien establecido desde los 14 años de edad<sup>3</sup>, aunque algunos autores lo sitúan en los 10 años<sup>4</sup>. Esta capacidad motora es limitada en pacientes con SD, concretamente en la población que estudiamos, adolescentes y jóvenes<sup>5,6</sup>.

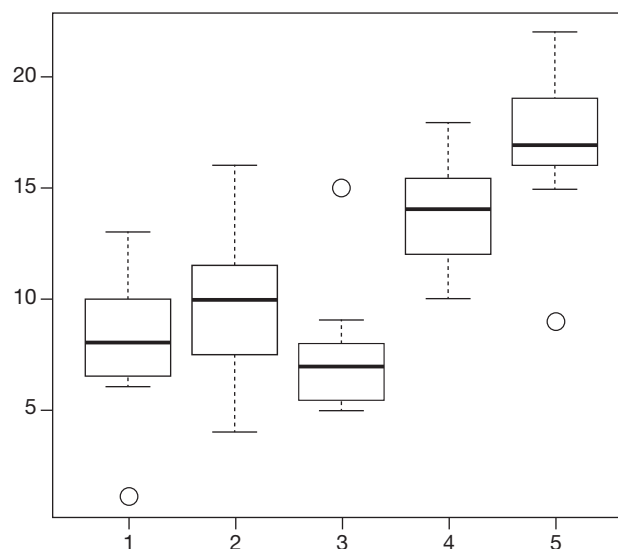


Figura 1 Prueba de sentadillas.

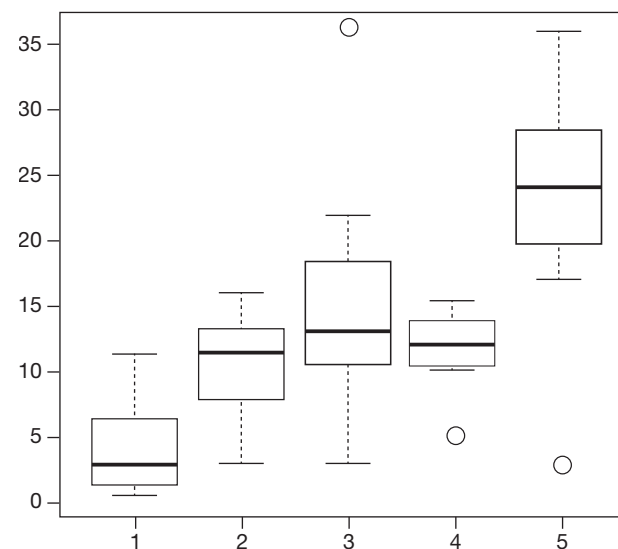


Figura 2 Prueba del flamenco.

No se han llevado a cabo estudios sobre el karate como herramienta beneficiosa para la psicomotricidad en pacientes con discapacidades. Sin embargo, es necesario un movimiento de brazo y pierna constante y controlado para poder realizar los movimientos particulares de este deporte. Así, este es el primer estudio que demuestra el efecto beneficioso del karate en jóvenes con SD. Encontramos numerosas publicaciones sobre el uso del taichi, otro arte marcial, como método para mejorar el control postural, sobre todo en personas mayores<sup>7,8</sup>.

No tuvimos en cuenta el índice de masa corporal (IMC) de los participantes como criterio para la selección en el estudio, ya que en principio se trataba de una actividad abierta que implicaba voluntad para la integración deportiva. Sin embargo, el IMC no puede considerarse un posible factor de

confusión porque ningún participante presentaba una patología limitada por obesidad mórbida o grave.

Previamente se estandarizaron las pruebas para evaluar el equilibrio y la coordinación con el fin de determinar las capacidades que nos interesaban, pero fue necesario modificarlas para adaptarlas a nuestros pacientes. La prueba de sentadillas requiere un buen control postural y permite evaluar la coordinación. Esta prueba se diseñó, indirectamente, para medir la resistencia aeróbica, pero se caracteriza por requerir coordinación y equilibrio para poder ejecutar el mayor número de repeticiones posible. La prueba de movimiento del brazo evalúa la coordinación del sujeto. La prueba del flamenco se ha utilizado en muchas ocasiones para evaluar la capacidad propioceptiva. Normalmente se ejecuta sosteniendo cada pierna sobre una tabla de madera, contando el número de caídas de esta en 60 segundos. En nuestro caso se adaptó para comprobar cuánto tiempo en segundos podían mantener la sujeción. Los pacientes ejecutaron la prueba descalzos, con el pie tocando directamente el suelo. La ausencia de validación antes de realizar adaptaciones se podría entender como una distorsión del estudio. Sin embargo, el progreso en su ejecución es en sí misma un reflejo de la mejora de la coordinación y del equilibrio en los adolescentes estudiados.

Villaroya et al. compararon la capacidad propioceptiva estática en un grupo de adolescentes con SD con un grupo de sujetos similares sin SD. Para ello, utilizaron una plataforma de presiones y sometieron a los pacientes a diferentes situaciones de abrir/cerrar los ojos y de apoyar los pies en superficies estables/menos estables. Detectaron una reducción significativa del control postural en el grupo con SD. De una manera similar, sugirieron que había una alta dependencia de información somatosensorial en los sujetos con SD para mantener el equilibrio<sup>9</sup>. Jankowicz-Szymanska et al. estudiaron el efecto del ejercicio físico en el nivel de equilibrio estático en sujetos con SD y con edades comprendidas entre los 16 y los 18 años. El cálculo de la capacidad propioceptiva se verificó igual que lo hicieron otros autores, por medio de la plataforma de presiones. Para mejorar el equilibrio, diseñaron un programa que incluía diferentes ejercicios somatosensoriales que estimulaban la propiocepción. Tras 3 meses de entrenamiento, concluyeron que el grupo entrenado mejoró en equilibrio estático tanto con los ojos abiertos como cerrados en comparación con el grupo de control<sup>10</sup>. A diferencia de nosotros, los autores utilizaron un programa diseñado específicamente para mejorar el equilibrio. En nuestro caso, consideramos que ofrecer soluciones deportivas sencillas como el karate mejora la aplicabilidad de la investigación clínica en las rutinas diarias de estos pacientes. Además, el coste del equipo deportivo, que puede ser muy caro, se reduce.

Del mismo modo, el uso de pruebas sencillas y fáciles de ejecutar en la sala de entrenamiento facilita la evaluación de los estudiantes.

Sin embargo, se requieren nuevos estudios que utilicen equipos más sofisticados y que se centren en la mejora de la coordinación y de la propiocepción después de practicar karate.

Para concluir, nos gustaría subrayar que la incorporación de karate, y posiblemente de otras disciplinas de artes marciales, en la rutina deportiva de las personas con SD se traduce en una mejora del equilibrio y de la coordinación general.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Aderbal SA Jr, Tuon T, Alburquerque MM, Rocha GS, Speck, AE, Araujo JC, et al. The exercise redox paradigm in the Down's syndrome: improvements in motor function and increases in blood oxidative status in young adults. *J Neural Transm.* 2008; 15:1643-50.
2. Riquelme Agullo I, Manzanal González B. Desarrollo motor del niño con síndrome de Down y patología osteoarticular asociada. *Rev Med Int Sínd Down* 2006;10:33-40.
3. Hirabayashi S, Iwasaki Y. Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain Dev.* 1995;17:111-3.
4. Wolff DR, Rose J, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance measurements for children and adolescents. *J Orthop Res.* 1998;16:271-5.
5. Rigoldi C, Galli M, Mainardi L, Crivellini M, Albertini G. Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2011;32:170-5.
6. Vuillerme N, Marin L, Debú B. Assessment of static postural control in teenagers with Down syndrome. *Adapt Phys Act Quart.* 2001;18:417-33.
7. Li JX, Xu DQ, Hong Y. Effects of 16-week Tai Chi intervention on postural stability and proprioception of knee and ankle in older people. *Age Ageing.* 2008;37:575-8.
8. Lelard T, Doutrelot P-L, David P, Ahmaidi S. Effects of a 12-week Tai Chi Chuan program versus a balance training program on postural control and walking ability in older people. *Arch Phys Rehabil.* 2010;91:9-14.
9. Villaroya MA, González-Agüero A, Moros-García T, de la Flor Marín M, Moreno LA, Casajús JA. Static standing balance in adolescents with Down Syndrome. *Res Dev Disabil.* 2012;33:1294-300.
10. Jankowicz-Szymanska A, Mikolajczyk E, Wojtanowski W. The effect of physical training on static balance in young people with intellectual disability. *Res Dev Disabil.* 2012;33:675-81.