

Efectos de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el equilibrio en jóvenes patinadores entre los 11 y 15 años

Sandra Pinzón-Romero^{1,2}, José A. Vidarte-Claros¹, Juan C. Sánchez-Delgado^{3,4}

¹Universidad Autónoma de Manizales (UAM). Manizales. Colombia. ²Universidad de Santander (UDES). Bucaramanga. Colombia. ³Universidad de Santander. Facultad de Ciencias de la Salud. Grupo de Investigación Fisioterapia Integral. Bucaramanga. Colombia. ⁴Universidad Santo Tomás. Bucaramanga. Colombia.

Recibido: 19.02.2018
Aceptado: 05.09.2018

Resumen

Introducción: Un estado de equilibrio corporal apropiado permite al patinador mantener el control y la técnica adecuada en la ejecución de cada gesto deportivo. Así, un buen estado reduce movimientos accesorios que llevan al deportista a un incremento del estrés articular, que finalmente puede repercutir en el estado de salud y el rendimiento de estos atletas.

Objetivo: Determinar el efecto de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el equilibrio de patinadores en edades comprendidas entre los 11 a 15 años.

Material y método: Estudio experimental con dos grupos de intervención en paralelo, realizado en 58 deportistas pertenecientes a la Liga Santandereana de Patinaje de la ciudad de Bucaramanga, quienes fueron aleatorizados en dos grupos: Grupo Experimental (GE) (n=29) que recibió entrenamiento propioceptivo y Grupo Control (GC) (n=29) que recibió entrenamiento convencional. Ambos protocolos fueron desarrollados durante doce (12) semanas, con una frecuencia de tres veces por semana y una duración de treinta minutos en cada sesión. El equilibrio dinámico y estático fue evaluado antes y después de cada intervención mediante *Star Excursion Balance Test* (SEBT) y *Balance Error Scoring System* (BESS).

Resultados: Después de la intervención, ambos grupos mostraron cambios positivos en cuanto al equilibrio dinámico; éstos fueron superiores en el GE ($p<0.05$). En cuanto al equilibrio estático, los cambios fueron positivos y significativos en el grupo que recibió ejercicio propioceptivo ($p<0.05$). En contraste, el grupo que recibió tratamiento convencional no mostró cambios en esta variable.

Conclusión: El entrenamiento propioceptivo produce resultados superiores en el equilibrio estático y dinámico de los patinadores evaluados, en comparación con los resultados generados por el entrenamiento convencional.

Palabras clave:

Equilibrio postural. Patinaje.
Propiocepción.

Effects of a proprioceptive physical exercise program on balance in young skaters aged between 11 to 15 years

Summary

Introduction: Having an adequate state of body balance allows the skater to maintain an adequate technique and control in the execution of each sporting gesture, this may limit accessory movements that lead to an inadequate increase in joint stress, which can ultimately impact on the health status and performance of these athletes.

Aim: To determine the effects of a proprioceptive physical exercise program on balance in skaters between the ages of 11 and 15 years.

Methodology: A experimental study conducted in 58 skaters belonging to the Santander Skating League of Bucaramanga, who were randomized into two groups, one received proprioceptive training (n = 29) and the other group performed a conventional training (n = 29), both were developed for 12 weeks with a frequency of 3 times a week and a duration per session of 30 minutes.

Results: The dynamic balance assessed with the Star Excursion Balance Test (SEBT), showed changes in all directions after the intervention of both groups. In relation to the static balance determined with the Balance Error Scoring System (BESS) showed positive changes in the experimental group.

Conclusions: The proprioceptive training program produces results superior to the conventional one, in terms of the static and dynamic balance of the skaters evaluated.

Key words:

Postural balance. Skating.
Proprioception.

Correspondencia: Juan Carlos Sánchez Delgado
E-mail: ju.sanchez@mail.udesa.edu.co

Introducción

El patinaje exige al deportista adaptar su cuerpo a un movimiento particular y antinatural, en el cual el punto de apoyo es reducido. Por consiguiente, su sustentación se basa en cuatro ruedas fijas en línea que se deslizan sobre una superficie y dibujan una línea recta en sentido oblicuo al avance; esta condición produce modificaciones continuas del equilibrio y, por tanto, provoca un mayor grado de inestabilidad en comparación con otros deportes¹.

Precisamente, el equilibrio es el componente fundamental en el patinaje porque permite mantener una adecuada técnica y control en la ejecución de cada gesto deportivo y, además, limita los movimientos accesorios que incrementan el estrés articular¹⁻⁴. La técnica adecuada del patinaje de carreras sobre ruedas se fundamenta en lograr la máxima eficacia y eficiencia de las fuerzas aplicadas al patín durante las fases de empuje, deslizamiento y recuperación^{5,6}. En efecto, la falta de un buen equilibrio postural puede generar el desperdicio de estas fuerzas, debido a movimientos ineficientes que finalmente, afectan el desempeño deportivo^{2,7-14}.

En la actualidad, el trabajo propioceptivo no siempre se tiene en cuenta en los procesos de entrenamiento deportivo, en especial en el patinaje de carreras; en la mayoría de los casos, se resalta su importancia como herramienta de rehabilitación. Los estudios señalan que este tipo de trabajo permite un movimiento más efectivo y proporciona al deportista una mejor capacidad de reacción frente a las demandas de la competencia. Este hecho puede sugerir que la intervención propioceptiva es un elemento importante dentro de la planificación y procesos metodológicos del entrenamiento deportivo¹⁵⁻¹⁷.

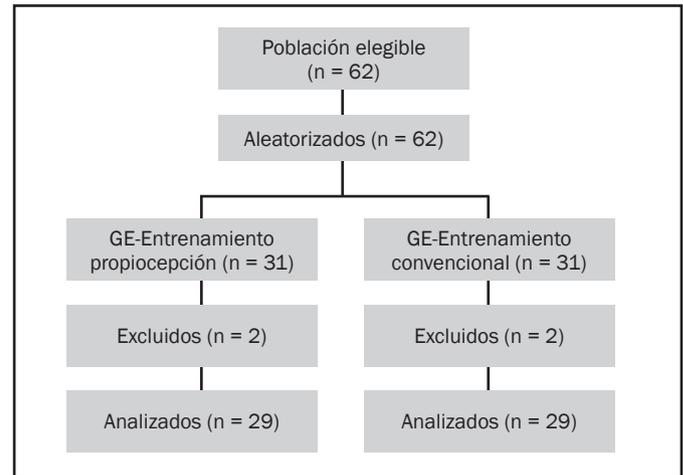
Sumado a lo anterior, la escasa evidencia científica relacionada con los efectos del trabajo propioceptivo en el equilibrio de los patinadores, justifica la realización del presente estudio.

Material y método

Este estudio experimental fue realizado con dos grupos de intervención en paralelo, conformados por 58 patinadores pertenecientes a la Liga Santandereana de Patinaje de la ciudad de Bucaramanga, en edades entre los 11 a 15 años. Los deportistas fueron aleatorizados en dos grupos: el primero de ellos, Grupo Experimental (GE) recibió un programa de ejercicio físico propioceptivo; y el segundo, Grupo Control (GC), recibió entrenamiento convencional. Los protocolos de los dos grupos fueron desarrollados durante 12 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana y una duración de 30 minutos por sesión. De otra parte, las evaluaciones de la estabilidad dinámica y estática fueron realizadas antes y después del plan de intervención. Al mismo tiempo, se debe señalar que cuatro sujetos fueron excluidos del estudio por presentar lesiones musculoesqueléticas (Figura 1).

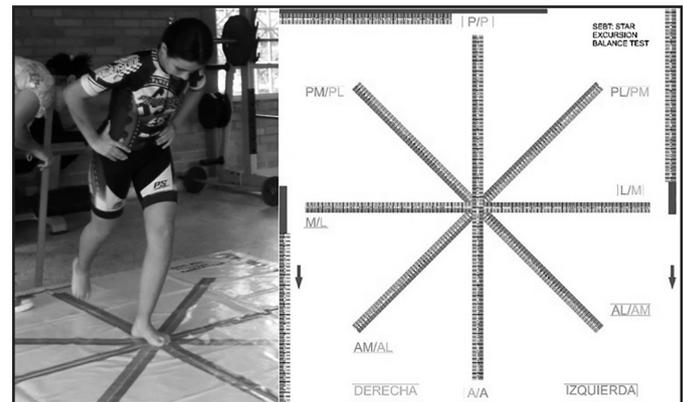
Con relación a la evaluación del equilibrio dinámico, ésta fue realizada con la ayuda del *Star Excursión Balance Test* (SEBT) o prueba funcional de equilibrio de excursión en estrella, el cual ha mostrado una fiabilidad entre 0,85 y 0,96¹⁸. Para esta prueba, el sujeto es ubicado de pie en medio de una cuadrícula dibujada con cinta en el suelo 1.83-m x 1.83-m y compuesta por 8 líneas en forma de asterisco, con

Figura 1. Diagrama de flujo, recolección de datos.



Fuente: los autores.

Figura 2. Star Excursión Balance Test.



una angulación de 45° de intersección entre ellas desde el centro de la cuadrícula¹⁹. Estas líneas se nombran de acuerdo a la dirección y el sentido con respecto a la pierna apoyada: anterolateral (AL), anterior (A), anteromedial (AM), medial (M), posteromedial (PM), posterior (P), posterolateral (PL), y lateral (L)²⁰ (Figura 2).

En esta prueba, se ubicó al participante en el centro del asterisco con apoyo unipodal; enseguida, el pie que se encontraba sin apoyo debía realizar un toque suave de 1 segundo lo más lejos posible en cada una de las líneas demarcadas, siguiendo la dirección de las manecillas del reloj cuando el pie sin apoyo era el derecho; y en contra de las manecillas del reloj cuando era el pie izquierdo. Se permitieron tres intentos completos con un intervalo de 3 minutos entre cada uno. La distancia alcanzada en cada dirección fue el promedio de los 3 intentos²⁰.

De otra parte, la valoración del equilibrio corporal estático fue realizado con el *Balance Error Scoring System* (BESS), el cual ha mostrado buena confiabilidad en población pediátrica y adolescente²¹. Éste consta de tres posturas sobre dos superficies diferentes: una firme y otra en espuma. El participante debía ubicar las manos sobre las crestas ilíacas, descalzos, y ubicarse en tres diferentes posturas como lo son parado en dos piernas, parado en una pierna y tándem o posición de paso²².

En la primera postura, los pies deben estar apoyados y separados aproximadamente a la anchura de la pelvis, la posición de una pierna se debe realizar con el lado no dominante con 20 grados de flexión de cadera y 45 grados de flexión de rodilla. Finalmente, en la postura de tándem el participante debía ubicar el pie no dominante en la posición posterior. Cada postura se realizaba por 20 segundos y con ojos cerrados; el evaluador debía contar los errores o desviaciones de la postura correcta que presentaba el deportista de la siguiente manera: 1) Manos separadas de la cresta ilíaca. 2) Ojos abiertos. 3) Da un paso, tambalea o se cae. 4) Mueve la cadera más de 30 grados de abducción. 5) Levanta la parte anterior del pie o talón. 6) Permanece fuera de la posición de prueba más de 5 segundos. Para registrar el resultado se suma la cantidad de errores cometidos en cada una de las tres posturas. El máximo de errores totales es de 10. Cuanto mayor es el número de errores peor será el equilibrio²³.

Intervenciones

Grupo experimental

Para la aplicación de ejercicio propioceptivo se tomó como base el programa propuesto por Avalos, Mancera y Adalid²⁴⁻²⁶, al cual se le realizaron algunas modificaciones para orientarlo según las exigencias del patinaje de carreras. El programa fue diseñado para ser aplicado en periodo precompetitivo y estuvo conformado por ejercicios bipodales y unipodales en superficies estables e inestables con ojos abiertos y cerrados. Con una duración de 12 semanas, estuvo conformado por un mesociclo general de 5 semanas y uno específico de 7 semanas, para ser realizados tres veces por semana con una duración de 30 minutos para cada sesión.

En cada sesión se realizó un calentamiento durante 10', seguido de cinco ejercicios de propiocepción desarrollados en 8 niveles: en el primero, el sujeto mantenía los ojos abiertos sobre una superficie estable firme, con una base de sustentación amplia y apoyo bipodal. En el segundo nivel, los ojos debían permanecer cerrados, el deportista continuaba en apoyo bipodal en una superficie firme y con una base de sustentación reducida. En el tercer nivel los ejercicios se realizaron con ojos abiertos, apoyo unipodal, sobre una tabla de inestabilidad ubicada de forma horizontal. En el cuarto nivel, el apoyo es unipodal con los ojos abiertos sobre una tabla de inestabilidad ubicada de forma vertical. En el quinto nivel continúa el apoyo unipodal, con ojos cerrados y sobre una tabla de inestabilidad ubicada horizontalmente. En el sexto nivel el apoyo es unipodal con ojos cerrados y sobre una tabla de inestabilidad vertical. Y por último el séptimo y octavo nivel se realizaron sobre los patines con los ojos abiertos y cerrados respectivamente.

Desde el nivel tres hasta el octavo, se realizaban perturbaciones externas entre ellas el movimiento de brazos simulando el gesto de patinar, movimiento con el compañero y la utilización de un globo de aire. El ejercicio de estabilidad dinámica fue realizado con saltos a una altura progresiva de 5 centímetros; luego de 10 centímetros y después de 15 centímetros. Finalmente se realizó una rutina de estiramiento dinámico.

Grupo control

Realizó calentamiento tradicional impuesto por el entrenador de patinaje al iniciar la jornada de entrenamiento, el cual consistía en realizar

un trote continuo, saltos a diferentes alturas y direcciones, además de estiramientos musculares.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó en el programa estadístico SPSS, versión 20.0, licenciado por la Universidad Autónoma de Manizales. La distribución de normalidad se determinó mediante la prueba de Kolmogorov – Smirnov; a partir de estas se calcularon las medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, así como frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas. Mediante la prueba *t* de Student para datos independientes, se comparó la diferencia entre las mediciones de los dos grupos; mientras que la comparación del cambio de estabilidad dinámica y estática, antes y después de la intervención, se realizó según la distribución de las variables, mediante una prueba *t* de Student o rangos de Wilcoxon. En general, se consideró un nivel alpha del 5% para todo el análisis.

Consideraciones éticas

El trabajo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Manizales. Se contó con la aceptación voluntaria y firma del consentimiento y asentimiento informado de los participantes. Asimismo, el estudio fue clasificado de riesgo mínimo según la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, además de que en él se respetaron los principios éticos de investigación en seres humanos.

Resultados

En la Tabla 1, se evidencia que la media de edad fue de $12,93 \pm 1,4$ años y $13,21 \pm 1,3$ en los grupos Experimental y Control respectivamente. En cuanto al Índice de Masa Corporal (IMC) fue de $18,25 \text{ kg/m}^2 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$, en el GE, y de $19,75 \pm 4,0 \text{ kg/m}^2$ en el GC. El 69% de la población evaluada correspondió al sexo femenino y el 67% eran fondistas.

En la Tabla 2, se evidencia una mejoría del equilibrio dinámico en todas las direcciones para los dos grupos ($p < 0,05$). Las mayores diferencias se presentaron en las direcciones posterior izquierda (12,51 cm), derecha (11,79 cm) y posterior medial izquierda (11,93 cm) del GE.

Después de la intervención en el GE, se observó una mejoría en las medias del equilibrio estático en superficie firme e inestable (Tabla 3). Por su parte, el GC mostró cambios en ambas superficies; sin embargo, los resultados no son estadísticamente significativos.

Discusión

Los resultados del presente estudio sugieren que el entrenamiento propioceptivo, realizado en patinadores juveniles, genera resultados de equilibrio estático y dinámico superiores en comparación con los resultados del entrenamiento convencional. Este tipo de efectos positivos generados por el entrenamiento propioceptivo, han sido sustentados principalmente en otros deportes como el fútbol, basquetbol y balón mano³.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los participantes en el estudio.

Variables		Grupo experimental (n=29)		Grupo control (n=29)	
Edad		12,93 ± 1,4		13,21 ± 1,3	
Talla (cm)		155,6 ± 10,38		158,3 ± 8,73	
Peso (kg)		44,96 ± 7,4		48,27 ± 8,0	
IMC (kg/m ²)		18,25 ± 2,1		19,75 ± 4,0	
		Grupo experimental (n=29)		Grupo control (n=29)	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sexo	Hombre	12	41,4 %	6	20,7 %
	Mujer	17	58,6 %	23	79,3 %
Modalidad deportiva	Velocidad	9	31 %	10	34,5 %
	Fondo	20	69 %	19	65,5 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Equilibrio dinámico inicial y final en el grupo experimental y control.

Dirección	Lateralidad	Grupo	TEST SEBT				Dif.	p
			Inicial		Final			
			Media	DS	Media	DS		
Ant	Derecha	Experimental	69,45 cm	6,74	75,00 cm	6,87	5,55	0,000*
		Control	68,83 cm	6,43	74,28 cm	5,73	5,45	0,000*
	Izquierda	Experimental	70,45 cm	7,24	76,07 cm	6,011	5,62	0,000*
		Control	69,59 cm	7,12	74,76 cm	6,71	5,17	0,000*
Ant-lat	Derecha	Experimental	72,17 cm	6,61	78,69 cm	6,69	6,52	0,000*
		Control	71,90 cm	7,78	77,21 cm	6,68	5,31	0,000*
	Izquierda	Experimental	73,24 cm	8,42	79,31 cm	6,13	6,07	0,000*
		Control	73,48 cm	6,73	77,59 cm	7,36	4,11	0,000*
Lat	Derecha	Experimental	72,90 cm	8,80	81,62 cm	7,59	8,72	0,000*
		Control	73,00 cm	7,18	79,66 cm	7,75	6,66	0,000*
	Izquierda	Experimental	74,38 cm	9,91	80,97 cm	7,34	6,59	0,000*
		Control	74,10 cm	7,82	79,69 cm	8,18	5,59	0,000*
Post-lat	Derecha	Experimental	73,48 cm	10,43	83,17 cm	8,64	9,69	0,000*
		Control	74,21 cm	7,97	81,66 cm	7,91	7,45	0,000*
	Izquierda	Experimental	73,76 cm	12,06	83,28 cm	7,79	9,52	0,000*
		Control	74,69 cm	9,27	82,28 cm	8,13	7,59	0,000*
Post	Derecha	Experimental	70,83 cm	12,40	82,62 cm	9,64	11,79	0,000*
		Control	74,00 cm	10,20	83,03 cm	8,52	9,03	0,000*
	Izquierda	Experimental	70,83 cm	12,97	83,34 cm	10,38	12,51	0,000*
		Control	73,76 cm	9,23	82,83 cm	8,13	9,07	0,000*
Post-med	Derecha	Experimental	66,62 cm	12,19	76,34 cm	10,26	9,72	0,000*
		Control	68,28 cm	8,78	74,21 cm	7,87	5,93	0,000*
	Izquierda	Experimental	66,14 cm	13,70	78,07 cm	9,43	11,93	0,000*
		Control	68,45 cm	9,37	74,31 cm	8,58	5,86	0,000*
Med	Derecha	Experimental	60,45 cm	12,74	67,45 cm	10,44	7,00	0,000*
		Control	61,76 cm	8,58	67,00 cm	7,48	5,24	0,000*
	Izquierda	Experimental	59,59 cm	12,34	69,14 cm	9,47	9,55	0,000*
		Control	60,72 cm	9,45	65,90 cm	7,87	5,18	0,000*
Ant-med	Derecha	Experimental	65,52 cm	7,98	70,79 cm	5,72	5,27	0,000*
		Control	65,62 cm	6,50	69,72 cm	5,87	4,10	0,001*
	Izquierda	Experimental	66,55 cm	9,716	71,55 cm	5,18	5,00	0,001*
		Control	65,41 cm	6,31	69,72 cm	5,99	4,31	0,002*

Fuente: Elaboración propia (*p: <0,05)

Tabla 3. Equilibrio estático inicial y final en el grupo experimental y control.

Variable	Grupo	TEST BESS				Dif.	p
		Inicial		Final			
		Media	DS	Media	DS		
BESS firme	Experimental	8,03 puntos	5,68	5,21 puntos	4,32	2,82	0,015*
	Control	6,14 puntos	4,31	5,24 puntos	4,65	0,9	0,455
BESS espuma	Experimental	14,69 puntos	4,84	11,97 puntos	5,14	2,72	0,040*
	Control	12,00 puntos	5,06	10,17 puntos	5,85	1,73	0,253

Fuente: Elaboración propia (*p: <0,05)

Cabe señalar que las investigaciones realizadas en el campo del patinaje sobre ruedas son escasas; las existentes, se centran en describir características antropométricas y en el análisis cinemático de los ciclos de empuje en patinadores juveniles²⁷⁻³¹. De otra parte, aparecen estudios que han sido desarrollados en patinaje artístico o de velocidad sobre hielo, los cuales también tienen por objetivo evidenciar el efecto del entrenamiento propioceptivo sobre el control postural, además del rendimiento físico y la estabilidad del tobillo^{9,26,32-36}.

El interés por analizar la influencia del entrenamiento de equilibrio en patinadores juveniles, se basa en el hecho de que a estas edades las habilidades de propiocepción (sentido de posición) y de praxis (sentido espacial) son inmaduras. Esta característica hace que estos deportistas sean más vulnerables a las caídas y lesiones, principalmente a nivel del tobillo, donde la resistencia de los ligamentos se encuentra, fisiológicamente, reducida en esta etapa de la vida^{37,38}.

Brachman *et al.* consideran controversiales algunos resultados de los estudios que muestran la influencia del entrenamiento propioceptivo sobre el rendimiento físico, el control postural y la prevención de lesiones. Sin embargo, Akahame *et al.* demuestran que el entrenamiento realizado en bases inestables e incluso sobre los mismos patines, tal como se hizo en nuestro estudio, mejora el control postural y la fuerza en miembros inferiores. De este modo, dichos efectos podrían reducir el riesgo de lesión y aumentar la competitividad del deportista².

El trabajo de Brachman *et al.* así como el de Heitkamp *et al.* y Hryso-mallis, concluyen que la relación entre el nivel de balance del atleta, el número de lesiones y los resultados deportivos, no ha suficientemente entendida. Esto obedece a que los resultados de los estudios discrepan entre sí y no existe un cuerpo de estudio amplio en torno al tema. A pesar de lo anterior, los investigadores sugieren que el entrenamiento propioceptivo puede llegar a mejorar la competitividad y reducir el riesgo de lesión cuando se orienta de manera adecuada; incluso, cuando se combina con el entrenamiento de fuerza puede llegar a aumentar su efectividad^{2,3,14,34}.

En su revisión, Brachman *et al.* concluyeron que el efecto positivo del entrenamiento propioceptivo en atletas de diferentes modalidades, con edades entre los 7 y 30 años, fue más efectivo cuando los protocolos de ejercicio tenían una duración entre 8 y 12 semanas, con una frecuencia de dos sesiones por semana y un tiempo de 45 minutos por sesión; esta rutina es semejante a la utilizada en nuestra investigación. Por otra parte, la mayoría de artículos analizados por Brachman *et al.* utilizaron

el SEBT y el BESS para evaluar balance, al igual que en nuestro estudio. Estas pruebas son consideradas versátiles y con adecuadas propiedades psicométricas en población infantil y juvenil¹⁸⁻²¹.

Es necesario resaltar que los resultados mostrados por Brachman *et al.* no incluyen ningún artículo que analice a patinadores de carreras; sólo incluyeron el estudio de Saunders *et al.* en el cual analizaron el efecto del entrenamiento propioceptivo en atletas juveniles de patinaje artístico; sin embargo, éste no mostró cambios significativos después de una intervención de tres sesiones por semana durante seis semanas. Esta última característica puede ser una razón por la cual el protocolo de ejercicio utilizado no evidenció mejoría en el balance corporal²⁶. La anterior afirmación puede tener base en los resultados evidenciados por Winter *et al.*, quienes encontraron que un entrenamiento de cinco sesiones durante doce semanas, y no durante seis, genera cambios en el balance del patinador de velocidad. No obstante, Kovac *et al.* refieren que un entrenamiento de cuatro semanas, con tres sesiones de ejercicio propioceptivo puede mejorar el control postural en patinadores artísticos juveniles³⁵⁻³⁶.

Por lo anterior, es importante pensar en lo complejo que resulta establecer un modelo de entrenamiento apropiado para cada disciplina y modalidad deportiva, incluidas sus características y demandas. Además, existen otros factores que pueden afectar los resultados obtenidos después del entrenamiento planificado. Uno de ellos, es el nivel de balance que posee el patinador antes de empezar el entrenamiento y que no fue medido en todos los estudios³⁸.

Conclusión

Este es el primer trabajo experimental realizado en patinadores de carrera sobre ruedas; aquí se evidencia que el entrenamiento propioceptivo realizado tres veces por semana, con una duración de 30' por sesión, durante doce semanas, mejora el equilibrio dinámico y estático en estos deportistas. Lo anterior, sugiere la inclusión de este tipo de ejercicios como elemento importante en la planificación y metodología del entrenamiento en patinadores sobre ruedas. Por otra parte, es relevante señalar que este entrenamiento debe ser diferenciado y ajustado a partir de la modalidad deportiva, tal como se hizo en el presente estudio. Finalmente, se sugiere que estudios futuros analicen el efecto de esta rutina de entrenamiento sobre el rendimiento físico y el riesgo de lesiones en sujetos pertenecientes a las diferentes categorías y modalidades del patinaje sobre ruedas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al grupo de entrenadores y deportistas de los clubes Hormigueros, Hyper Speed, Elite, Pro Skate, Halcones, Corre patín; al presidente de la Liga Santandereana de Patinaje de Carreras y a los colegas de la Universidad de Santander (Colombia).

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Uriarte C. Las alteraciones posturales producidas por el gesto deportivo del patín Carrera. Mar del Plata: Universidad de Fasta. [internet]. 2014 [consultado 12 may 2014]. Disponible en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/657>.
- Akahane K, Kimura T, Cheng GA, Jujiwara T, Yamamoto I, Hachimori A. Relationship between balance performance and leg muscle strength in elite and non-elite junior speed skaters. *J Phys Ther Sci*. 2006;18(2):149-54.
- Brachman A, Kamieniarz A, Michalska J, Pawlowski M, Slomka KJ, Juras G. Balance training programs in athletes—a systematic review. *J Hum Kinet*. 2017;58(1):45-64.
- Sherker S, Cassell E. In-line Skating Injury: A Review of the Literature. Melbourne: Monash University Accident Research Centre; 1998 March. Report No.: 133. Disponible en: <https://www.monash.edu/muarc/our-publications/muarc133>.
- Lugea C. Algunas consideraciones sobre biomecánica, técnica y el modelo técnico en el patinaje de velocidad. [Internet]. [Consultado 14 oct 2014]. Disponible en: <http://www.exostenerife.com/speedsk8/downloads/consideracionessobrebiomecanicaenelpatinajeint.pdf>.
- Mantilla E. *Patinaje de carreras*. Colombia. Editorial Kinesis; 2006. p. 18.
- Konings MJ, Elferink-Gemser MT, Stoter IK, van der Meer D, Otten E, Hettinga FJ. Performance characteristics of long-track speed skaters: a literature review. *Sport Med*. 2015;45(4):505-16.
- Pérez E, Sobrino R, Estrada O, Chillón R. Interacción mediante feedback auditivo para la mejora del equilibrio en mujeres que realizan actividad física. *Revista de Psicología del Deporte*. 2014;23(2):327-35.
- De Koning J, Foster C, Lampen J, Hettinga F, Bobbert M. Experimental evaluation of the power balance model of speed skating. *J Appl Physiol*. 2005;98(1):227-33.
- Konings MJ, Elferink-Gemser MT, Stoter IK, van der Meer D, Otten E, Hettinga FJ. Performance characteristics of long-track speed skaters: a literature review. *Sports Med*. 2015;45(4):505-16.
- Gallego J. Propuesta para el entrenamiento de estabilidad y la Propiocepción. Revista Digital EFDeportes.com. [revista electrónica]. 2013 [Consultado 14 oct 2014]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd186/entrenamiento-%20de-la-estabilidad-y-la-propiocepcion.htm1/>
- Moreno V, López P, Rodríguez P. Lesiones y medidas de prevención en patinaje en línea recreativo: revisión. *Rev. int. med. cienc. act. Fis*. 2012;12(45):179-93.
- Baker C, Barwell G. Regulation of Balance After Spinning: A Comparison Between Figure Skaters and Controls. *WURJ: Health and Natural Sciences*. 2017;7(1):1-7.
- Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sport Med*. 2011;41(3):221-32.
- Fitzpatrick R, McCloskey DI. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *Journal of Physiology*. 1994;478:173-86.
- García J, Villa J, Morane J, Moreno C. Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol. *Apunts. Rendimiento y Entrenamiento*. 2001;63:46-52.
- Yaggie JA, Campbell BM. Effects of balance training on selection skills. *J Strength Cond Res*. 2006;20(2):422-8.
- Gribble P, Kelly S, Refshauge K, Hiller C. Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test. *J Athl Train*. 2013;48(5):621-6.
- Gribble P, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in physical education and exercise science*. 2003;7(2):89-100.
- Gribble PA. The Star Excursion Balance Test as a measurement tool. *Athl Ther Today*. 2003;8(2):46-47.
- Hansen C, Cushman D, Chen W, Bounsanga J, Hung M. Reliability Testing of the Balance Error Scoring System in Children Between the Ages of 5 and 14. *Clin J Sport Med*. 2017;27(1):64-8.
- Bell DR, Guskiewicz KM, Clark MA, Padua DA. Systematic review of the balance error scoring system. *Sports health*. 2011;3(3):287-95.
- Iverson G, Koehle M. normative data for the balance scoring system in adults. *Rehabil Res Pract*. 2013;2013:1-5.
- Mancera E, Hernández E, Hernández F, Prieto L, Quiroga L. Efecto de un programa de entrenamiento físico basado en la secuencia de desarrollo sobre el balance postural en futbolistas: ensayo Controlado aleatorizado. *Rev. Fac. Med*. 2013;61(4):339-47.
- Ávalos C, Berrió J. Evidencia del trabajo propioceptivo utilizado en la prevención de lesiones deportivas. [tesis de postgrado] [Medellín]: Universidad de Antioquia; 2007 [citado 14 may 2015] disponible en: <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/062-evidencia.pdf>.
- Saunders NW, Hanson NJ, Koutakis P, Chaudhari AM, Devor ST. Figure skater level moderates balance training. *Int J Sports Med*. 2013;34(4):345-9.
- Lozano R, Contreras, D. Características antropométricas de los patinadores de velocidad en línea. Torneo nacional de transición Cartagena de Indias, diciembre 2005. Spagatta magazine: Patinaje sin Fronteras. Universidad de Pamplona. [revista electrónica] 2009 [consultado 10 oct/2014]. Disponible en: http://afpyma.startlogic.com/pdf/articulos/bio/caracteristicas_antropometricas.pdf.
- Lozano R, Barajas Y. Tipología de la región plantar influyente en la actividad física de los deportistas en formación del club norte patín en línea de la ciudad de Cúcuta. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*. 2012;4(1):105-12.
- Lozano R, Villa J, Morante J. Características fisiológicas del patinador de velocidad sobre ruedas determinadas en un test de esfuerzo en el laboratorio. *Ef. deportes. Com*, Revista digital. [revista electrónica]. 2006 [consultado 10 oct./2014] Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd94/patin.htm>.
- Lozano R, Cárdenas W. Análisis de la comparación corporal en la preparación de los patinadores de velocidad en la selección norte de Santander participantes en los juegos Nacionales 2012. *Revista actividad física y desarrollo humano*. 2013;5(1):1-9.
- García K, Bolívar M. Comparación cinemática de los ciclos de empuje en patinadores competitivos, de 11 a 17 años, utilizando una tabla deslizante y la recta en pista. [tesis de grado] [Pereira]: Universidad Tecnológica de Pereira; 2011. [citado 10 jun 2016] disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/12623709/comparacion-cinematica-de-los-ciclos-de-empuje-en-patinadores->
- Konings MJ, Elferink-Gemser MT, Stoter IK, Van der Meer D, Otten E, Hettinga FJ. Performance characteristics of long-track speed skaters: a literature review. *Sports Med*. 2015;45(4):505-16.
- Heitkamp HC, Horstmann T, Mayer F, Weller J, Dickhuth HH. Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med*. 2001;22(4):285-90.
- Kovacs EJ, Birmingham TB, Forwell L, Litchfield RB. Effect of training on postural control in figure skaters: a randomized controlled trial of neuromuscular versus basic off-ice training programs. *Clin J Sport Med*. 2004;14(4):215-24.
- Winter T, Beck H, Walther A, Zwipp H, Rein S. Influence of a proprioceptive training on functional ankle stability in young speed skaters—a prospective randomised study. *J Sports Sci*. 2015;33(8):831-40.
- Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zaccchilli MA, Belmont PJ. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(13):2279-84.
- Crossman AR, Neary D. *Neuroanatomía. Texto y atlas en color*. Barcelona. Editorial Elsevier, Masson, 2007. p.18-115.
- McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, Part I: Can deficits be detected with instrumented testing. *J Athl Train*. 2008;43(3):293-304.