

García-Solano, K.B.; Pinzón-Romero, S.M.; Pérez-Parra, J.E. (202x) Effect of Proprioceptive Exercise on Balance in Youth Race Skaters. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. (\*) pp. \*. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/\\_\\_\\_](http://cdeporte.rediris.es/revista/___)\*

## ORIGINAL

# EFFECTO DEL EJERCICIO PROPIOCEPTIVO SOBRE EL EQUILIBRIO EN PATINADORES DE CARRERA JUVENILES

## EFFECT OF PROPRIOCEPTIVE EXERCISE ON BALANCE IN YOUTH RACE SKATERS

García-Solano, K.B.<sup>1</sup>; Pinzón-Romero, S.M.<sup>2</sup> y Pérez-Parra, J.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Magíster en Intervención Integral en el Deportista. Profesora Asociada Departamento de Movimiento Humano, Universidad Autónoma de Manizales (Colombia)

[karolgarcia@autonoma.edu.co](mailto:karolgarcia@autonoma.edu.co); <https://orcid.org/0000-0001-9863-3516>

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Magíster en Intervención Integral en el Deportista. Profesora Auxiliar Departamento de Movimiento Humano, Universidad Autónoma de Manizales (Colombia)

[sandra.pinzonr@autonoma.edu.co](mailto:sandra.pinzonr@autonoma.edu.co)

<sup>3</sup> Fisioterapeuta, Magíster en Neurorehabilitación. Profesor Asociado Departamento de Movimiento Humano, Universidad Autónoma de Manizales (Colombia)

[jperez@autonoma.edu.co](mailto:jperez@autonoma.edu.co); <https://orcid.org/0000-0003-3001-9899>

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestros agradecimientos a los jóvenes patinadores participantes del estudio y a directivos y entrenadores de los clubes de patinaje Millenios, Speed Line y Azores de Manizales (Colombia) pertenecientes a Liga Caldense De Manizales. Así mismo a los estudiantes del semillero de investigación de Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales que contribuyeron en el trabajo de campo: Juan Manuel Betancour Londoño, Laura Alejandra Medina Orozco y María Fernanda Calvo Morales.

**Código UNESCO / UNESCO Code:** 241101 Fisiología del Equilibrio / Balance Physiology

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification:** 14. Fisioterapia y Rehabilitación / Physiotherapy and Rehabilitation

**Recibido** 27 de mayo de 2020 **Accepted** May 27, 2020

**Aceptado** 15 de septiembre de 2020 **September** 15, 2020

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de un programa de ejercicio propioceptivo sobre el equilibrio en patinadores de carrera juveniles. Se realizó un estudio de alcance cuasiexperimental. Se aleatorizaron tres clubes de patinaje, dos al grupo control y otro al experimental. Participaron 49 jóvenes de ambos sexos entre 11 y 15 años. Al grupo experimental se le aplicó un programa de ejercicio propioceptivo, mientras el grupo control recibió un programa de

entrenamiento convencional. Se realizó una evaluación estabilométrica, se midieron los límites de estabilidad, la amplitud y frecuencia de oscilaciones y el equilibrio estático. Ambos grupos mejoraron la frecuencia de balanceo en ambas direcciones, con ojos abiertos y ojos cerrados ( $p < 0,050$ ). Ninguno de los límites de estabilidad y amplitud de balanceo, así como el equilibrio estático evidenciaron cambios significativos ( $p > 0,050$ ). No se encontraron diferencias significativas en las medidas de cambio entre grupos en ninguna de las variables estudiadas ( $p > 0,050$ ).

**PALABRAS CLAVE:** Balance postural; Ejercicio; Propiocepción; Patinaje; Niño y adolescente.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the effect of a proprioceptive exercise program on balance in youth running skaters. A quasi-experimental scoping study was conducted. Three skating clubs were randomized, two to the control group and one to the experimental group. 49 young people of both sexes between 11 and 15 years old participated. The proprioceptive exercise program was applied to the experimental group, while the control received a conventional training program. Stabilometric evaluation was performed, the limits of stability, the amplitude and frequency of oscillations and the static balance were measured. Both groups improved roll frequency in both directions, with eyes open and eyes closed ( $p < 0.050$ ). Static balance and none of the limits of stability and roll amplitude showed significant changes ( $p > 0.050$ ). No significant differences were found in the measures of change between groups in any of the variables studied ( $p > 0.050$ ).

**KEYWORDS:** Postural balance; Exercise; Proprioception; Skating; Child and adolescent.

## INTRODUCCIÓN

El patinaje de carreras es un deporte moderno, entretenido y con alta competitividad. En Colombia se ha masificado y es actualmente potencia mundial (Bohórquez, 2014; Bernal, 2018). Patinar implica adaptar el cuerpo para moverse de forma particular y antinatural. El apoyo es reducido, por consiguiente, su base de sustentación es pequeña, proyectada hacia la superficie de las cuatro ruedas fijas en línea. Éstas se deslizan sobre la superficie del suelo dibujando una línea recta en sentido oblicuo al avance, lo que produce modificaciones continuas del equilibrio y un mayor grado de inestabilidad en comparación con otros deportes. La coordinación y el equilibrio se asocian con la ejecución técnica y eficacia deportiva, por lo que son elementos esenciales en el entrenamiento deportivo (Cenizo, Ravelo, Morilla y Fernández, 2017).

En el patinaje el sistema de control postural es importante, éste se rige por estímulos externos percibidos a través de la aferencia visual, vestibular y

somatosensorial. La información es recopilada por los receptores propioceptivos los cuales detectan el movimiento de balanceo del cuerpo proporcionando la activación muscular coordinada para mantener el control postural. El equilibrio en el patinaje de carreras mejora las habilidades motoras y se apoya en la capacidad condicional de la fuerza, es responsable de las modificaciones del estado de reposo o movimiento (equilibrio estático o equilibrio dinámico) en el que se encuentre el cuerpo en un momento determinado. La evidencia de estudios prospectivos muestra como el entrenamiento de equilibrio puede ser un complemento valioso del entrenamiento habitual de atletas que no son de élite para mejorar ciertas habilidades motoras (Chapman, Needham, Allison, Lay y Edwards, 2007; Guimaraes-Ribeiro, Hernández-Suárez, Rodríguez-Ruiz y García-Manso, 2015; Hrysonmallis, 2011).

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 o aterrizaje, durante la curva o la recta, salida o llegada. Así, el cuerpo se desplaza movilizándolo continuamente el centro de gravedad según los requerimientos, por lo que se necesita permanentemente un adecuado control sensorio-motriz (Moreno-Alcaraz, López-Miñarro y Rodríguez-García, 2012; Pérez, Sobrino, Estrada y Chillón, 2014) y un movimiento exacto del centro de masa dentro del límite de la estabilidad, lo que requiere de un gran sentido del equilibrio (Lamort y Van Heuvelen, 2012).

En el patinaje es importante realizar entrenamiento propioceptivo como una estrategia que permite la percepción, conciencia, reacciones posturales, automatización y aceleración del movimiento, ayudando a mejorar la fuerza, coordinación, equilibrio y tiempo de reacción ante un evento desestabilizante o un movimiento sugerido por el deporte (Romero-Franco, Martínez-López, Lomas-Vega, Hita-Contreras y Martínez-Amat, 2012).

Durante la práctica deportiva se producen múltiples cambios de dirección y de posición que demandan mecanismos propioceptivos del patinador (Romero-Franco, Martínez-Amat y Martínez-López, 2013). Es precisamente el proceso desequilibrador que provocan los patines lo que convierte al patinaje en una actividad atractiva y motivante, además de un medio idóneo para el desarrollo de las capacidades coordinativas, especialmente el equilibrio (Domínguez, Lezeta, y Espeso, 2001). La propiocepción, es entonces, la mejor fuente sensorial para proveer la información necesaria para mediar el control neuromuscular y así mejorar la estabilidad articular funcional (Benítez-Sillero y Poveda-Leal, 2010; Hagert, 2010; Riemann, Myers y Lephart, 2002; Riemann y Lephart, 2002).

Con relación al entrenamiento en edades tempranas, donde se presenta una maduración del control del equilibrio, es importante centrar los procesos en el desarrollo de las habilidades motrices, más que en capacidades condicionales (Barrera y Ramírez-Villada, 2018). Los cambios hormonales inciden en la mejora de la fuerza y la capacidad de almacenar engramas, por lo que es necesario insistir en el desarrollo de nuevos patrones de movimiento (Cárdenas, Burbano y Espitia, 2019).

En el entrenamiento del patinaje de carreras generalmente se enfatizan las cualidades condicionales como la fuerza muscular, potencia, velocidad y resistencia aeróbica, subestimando la importancia de las cualidades coordinativas y en especial la estabilidad postural con su componente dinámico y estático. En éste se incluye la información sensorial obtenida de los sistemas somatosensoriales, visuales y vestibulares y respuestas motoras que afectan la coordinación, el rango de movimiento articular y la fuerza (Bressel, Yonker, Kras, y Heath, 2007).

El objetivo del presente estudio es determinar el efecto de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el balance postural en patinadores de carrera de 11 a 15 años, comparándolo con un entrenamiento convencional.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **DISEÑO**

Bajo el enfoque empírico-analítico se realizó un estudio de alcance cuasiexperimental de corte longitudinal. El trabajo de campo se realizó entre mayo y octubre de 2019. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Manizales (acta 0083 de febrero 13 de 2019) y se acogió a los lineamientos sobre investigación científica en seres humanos del Ministerio de Salud Colombiano (resolución 8430 de 1993) y la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

### **MUESTRA Y MUESTREO**

Se seleccionaron tres clubes de patinaje de la ciudad de Manizales (Colombia), los cuales se aleatorizaron, dos al grupo control y otro al grupo experimental. El tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula de comparación de medias con un poder estadístico del 80% y un nivel de confianza del 95%, utilizando como estimadores el estudio de Gómez-Sánchez (2013), para una muestra mínima de 27 patinadores en cada grupo. Se incorporaron todos los patinadores en cada club que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión. En la figura 1 se presenta el flujograma de muestreo de clubes y el reclutamiento, asignación, seguimiento y análisis de participantes.

### **PARTICIPANTES**

Patinadores de carrera de ambos sexos entre 11 y 15 años que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión, firmaran el asentimiento informado y sus padres aceptaran su participación mediante firma del consentimiento informado. Debían contar con una frecuencia de entrenamiento semanal mayor a un día, con sesiones de duración mayores a una hora. Se excluyeron aquellos con lesiones agudas y otras condiciones de salud que dificultasen la práctica deportiva y de entrenamiento.

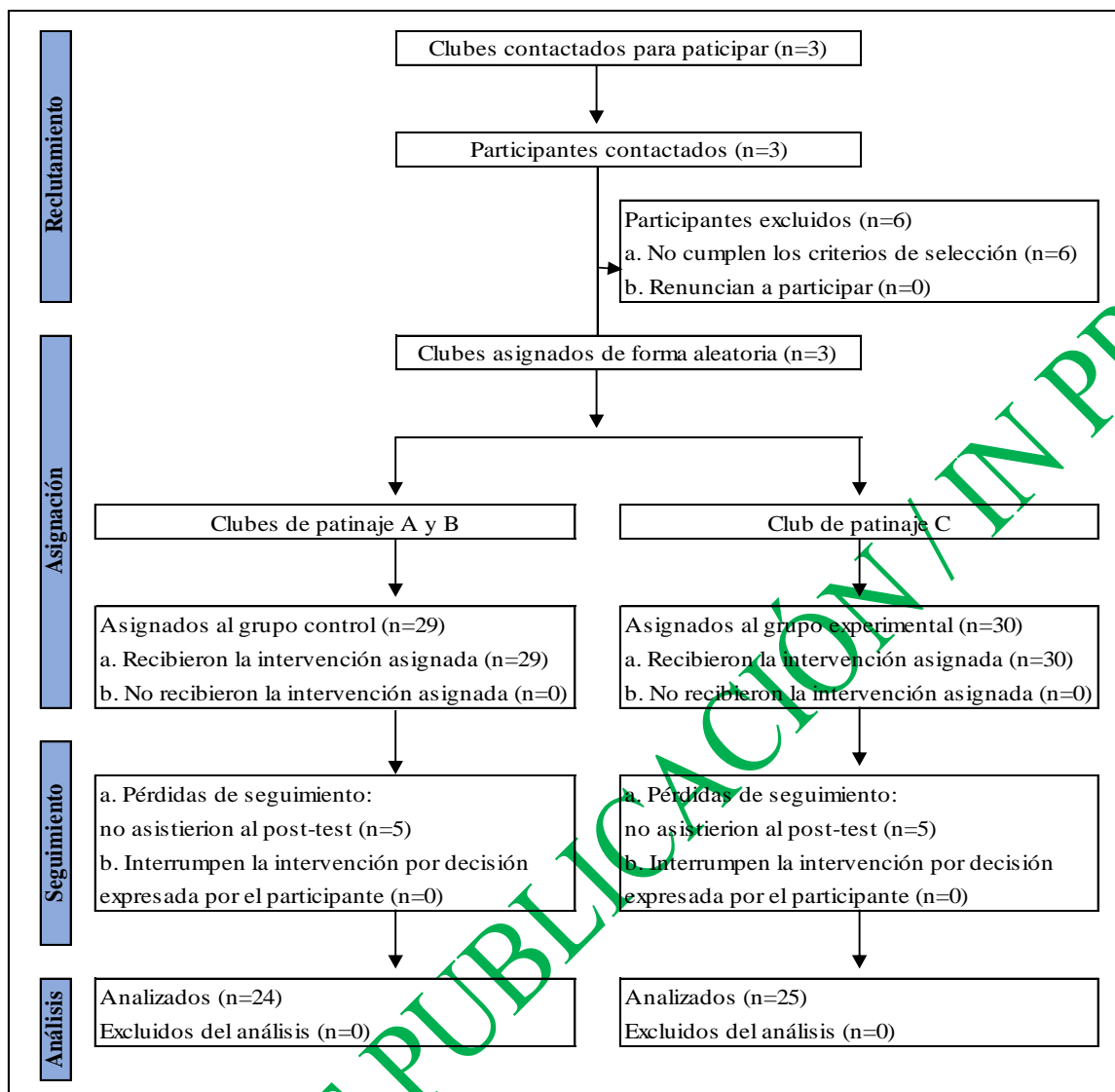


Figura 1. Diagrama de flujo de muestreo y participantes

## INTERVENCIÓN

El estudio se desarrolló durante un periodo de 17 semanas, la primera y última semana fueron dedicados a la valoración de los participantes, las demás se emplearon para la ejecución de los programas de intervención. En ambos grupos, control y experimental, los participantes recibieron tres sesiones semanales de 30 minutos, excepto en tres semanas que se realizaron menos sesiones por dificultades de orden climático. Se inició con ejercicios sencillos y globales y a partir de la quinta semana se incrementó progresivamente la intensidad hasta llegar a ser más específicos al gesto deportivo.

Al grupo experimental se le aplicó el programa de ejercicio propioceptivo para patinadores de carreras propuesto por Pinzón-Romero, Vidarte-Claros y Sánchez-Delgado (2019). En cada sesión se realizó un calentamiento de 10 minutos que consistió en la realización de ejercicios de movilidad articular general y carrera suave, seguido de cinco minutos de calentamiento específico. Posteriormente se realizaban cinco ejercicios de propiocepción en forma de circuito desarrollados en ocho niveles: 1) El participante mantenía los ojos

abiertos sobre una superficie estable firme con una base de sustentación amplia y apoyo bipodal; 2) Con ojos cerrados, el deportista continuaba en apoyo bipodal en una superficie firme y con una base de sustentación reducida; 3) Con ojos abiertos y apoyo unipodal sobre una tabla de inestabilidad ubicada de forma horizontal; 4) Apoyo unipodal con ojos abiertos sobre una tabla de inestabilidad ubicada de forma vertical; 5) Apoyo unipodal con ojos cerrados y sobre una tabla de inestabilidad ubicada horizontalmente; 6) Apoyo unipodal con ojos cerrados y sobre una tabla de inestabilidad verticalmente; 7) Sobre los patines con los ojos abiertos; y 8) Sobre los patines con los ojos cerrados. Los niveles 7 y 8 se combinaron con ejercicios de estiramiento dinámico, mediante el gesto deportivo de espacata. Desde el tercer nivel hasta el octavo se realizaban perturbaciones externas, entre ellas movimiento de brazos simulando el gesto de patinaje, movimiento con el compañero y la utilización de un globo de aire. Los ejercicios de estabilidad dinámica fueron realizados con saltos a una altura progresiva de 5, 10 y 15 centímetros.

El grupo control realizó un calentamiento tradicional que consistió en movilidad articular, carrera continua suave, estiramientos musculares estáticos y juegos individuales y en pareja en diferentes direcciones, sorteando obstáculos, realizando zigzag, giros y saltos.

## **INSTRUMENTO Y MEDIDAS DE RESULTADO**

La evaluación estabilométrica se realizó en el Laboratorio de Análisis de Movimiento de la Universidad Autónoma de Manizales con tecnología BTS®, usando la plataforma de baropodometría, y un programa informático “G-study”, marca TS, modelo P-Walk. El deportista se ubicó en posición bípeda sobre la plataforma sin calzado, talones separados 10 centímetros, brazos a los lados del cuerpo y cabeza en el plano de Frankfort, mirando a un punto fijo durante 30 segundos con los ojos abiertos y otros 30 segundos con los ojos cerrados. Para medir los límites de estabilidad se tomó la misma posición con desplazamiento anteroposterior y mediolateral de tronco durante 30 segundos cada uno, con ojos abiertos y cerrados. Se midieron los límites de estabilidad, la amplitud y frecuencia de oscilaciones y el equilibrio estático (coeficiente de Romberg)

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se describieron las muestras en sus variables sociodemográficas, antropométricas, deportivas y experimentales. Se realizaron pruebas de diferencias inter-muestrales en el pretest, intra-muestrales (muestras relacionadas) e inter-muestrales para las medidas de cambio. Se aplicaron pruebas de homogeneidad paramétricas, pues todas las variables superaron el supuesto de normalidad ( $p > 0,050$ ), mediante test bilateral a un nivel de confianza del 95% ( $p \leq 0.050$ )

## CONTROL DE SESGOS

Se realizó una asignación aleatoria a grupos control y experimental de los dos clubes deportivos participantes. La valoración pretest y post-test fue realizada por uno de los investigadores, mediante enmascaramiento simple. La intervención al grupo experimental fue dirigida por otro investigador. Se utilizó un equipo computarizado de estabilometría debidamente validado a nivel internacional con el acompañamiento de la ingeniera biomédica de planta. Se cumplieron todos los criterios de inclusión y exclusión de participantes.

## RESULTADOS

### CARACTERIZACIÓN DE PARTICIPANTES Y DIFERENCIAS INTER-MUESTRALES EN EL PRETEST

Finalizaron el estudio 49 jóvenes patinadores, 24 de ellos participantes en el grupo de control y 25 en el experimental, entre 11 y 15 años (media: 13 años), la mayoría de sexo femenino (80%); 51% corredores en la modalidad fondo, el restante en la modalidad velocidad, con una antigüedad en la práctica deportiva de un promedio de 5 meses y una media de entrenamiento y competición de 6 días a la semana. La mayoría con índice de masa corporal normal y una longitud media de sus miembros inferiores de 80 cm. Las características específicas para ambos grupos pueden consultarse en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1.** Descriptivos y pruebas de diferencias inter-muestrales para las proporciones en el pretest (variables cualitativas)

Variable		Control (n = 24)		Experimental (n=25)		Chi <sup>2</sup>	Sig.
		N	%	N	%		
Sexo	Femenino	19	79%	20	80%	0,005	0,942
	Masculino	5	21%	5	20%		
Modalidad de patinaje	Fondo	13	54%	12	48%	0,186	0,666
	Velocidad	11	46%	13	52%		
Estado de peso	Bajo	4	17%	1	4%	3,691	0,297
	Normal	17	71%	20	80%		
	Sobrepeso	2	8%	4	16%		
	Obesidad	1	4%				

Abreviaturas. Ch<sup>2</sup>: Prueba del chi cuadrado; Sig.: Significancia asintótica bilateral

**Tabla 2.** Descriptivos y pruebas de diferencias inter-muestrales para las medias en el pretest (variables cuantitativas)

Variable	Grupo control (n=24)				Grupo experimental (n=25)				T	Sig.	
	Mínimo	Máximo	Media	DE	Mínimo	Máximo	Media	DE			
Edad (años)	11	15	12,83	1,31	11	15	12,40	1,38	-1,125	0,266	
Peso (k)	27	67	46,10	11,49	31	65	46,16	9,50	0,019	0,985	
Estatura (cm)	136	172	152,21	9,71	129	172	152,88	10,79	0,229	0,820	
IMC (k/m <sup>2</sup> )	14,41	27,06	19,67	3,50	16,07	25,67	19,57	2,38	-0,109	0,914	
Longitud MID (cm)	71	92	80,23	5,90	67	95	80,80	6,37	0,325	0,747	
Longitud MII (cm)	70	91	79,98	5,83	67	96	80,84	6,47	0,489	0,627	
Antigüedad en la práctica deportiva (meses)	2	10	4,67	2,44	2	11	5,60	2,68	-1,273	0,209	
Frecuencia semanal de práctica deportiva (días)	3	7	5,00	1,20	4	7	6,00	0,66	5,340	0,000	
Frecuencia horas por sesión	2	3	3,00	0,28	3	3	3,00	0,00	1,476	0,146	
Ojos abiertos AP	Mínimo (mm)	-96,20	-33,70	-60,16	14,40	-90,60	-27,40	-56,74	15,50	0,799	0,428
	Máximo (mm)	41,60	101,00	67,15	15,89	42,00	93,60	65,05	14,19	-0,488	0,628
	Amplitud balanceo	21,25	83,31	48,09	15,21	21,60	74,13	43,62	14,27	-1,061	0,294
	Oscilaciones (No.)	16,00	34,00	25,00	4,72	13,00	40,00	25,00	7,53	0,300	0,765
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,53	1,13	0,82	0,16	0,43	1,33	0,83	0,25	0,300	0,765
Ojos abiertos ML	Mínimo (mm)	-92,90	-13,20	-61,23	18,45	-106,50	-8,00	-58,88	22,55	0,399	0,692
	Máximo (mm)	10,90	86,90	53,58	17,30	13,60	81,80	54,58	16,39	0,208	0,836
	Amplitud balanceo	7,69	69,95	42,49	14,86	5,12	78,38	42,12	17,55	-0,079	0,937
	Oscilaciones (No.)	13,00	40,00	24,00	6,71	17,00	56,00	27,00	8,89	1,199	0,236
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,43	1,33	0,81	0,22	0,57	1,87	0,90	0,30	1,199	0,236
Ojos cerrados AP	Mínimo (mm)	-86,90	-33,20	-59,31	15,24	-93,80	-18,20	-57,13	17,65	0,463	0,646
	Máximo (mm)	34,40	86,30	61,50	16,02	18,10	77,50	58,95	13,11	-0,611	0,544
	Amplitud balanceo	22,89	66,43	45,19	14,02	10,69	70,01	41,60	15,43	-0,853	0,398
	Oscilaciones (No.)	14,00	35,00	23,00	5,11	15,00	34,00	26,00	5,75	2,191	0,033
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,47	1,17	0,76	0,17	0,50	1,13	0,87	0,19	2,191	0,033
Ojos cerrados ML	Mínimo (mm)	-89,40	-16,80	-54,10	17,91	-92,00	-9,80	-53,55	16,60	0,110	0,913
	Máximo (mm)	19,00	80,20	48,03	15,52	9,20	79,10	52,85	14,72	1,117	0,269
	Amplitud balanceo	12,62	66,17	36,45	13,69	4,52	64,75	38,69	13,61	0,572	0,570
	Oscilaciones (No.)	12,00	41,00	26,00	7,17	14,00	48,00	24,00	8,04	-0,601	0,551
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,40	1,37	0,86	0,24	0,47	1,60	0,81	0,27	-0,601	0,551
Romberg (CoP-OA/CoP-OC)	0,64	1,37	1,01	0,15	0,72	1,24	1,02	0,14	0,461	0,647	

Abreviaturas. AP: anteroposterior; ML: medio-lateral; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; CoP: centro de presión; DE: desviación estándar; T: Prueba t de Student para muestras independientes; Sig.: Significancia asintótica bilateral; MID: miembro inferior derecho; MII: miembro inferior izquierdo

Nota: la diferencia para el estadístico de prueba se calculó restando la media del grupo experimental a la media del grupo control. Para todos los casos se asumen varianzas iguales.



Como se aprecia en estas tablas, las variables sociodemográficas y antropométricas, y la gran mayoría de variables deportivas y de balance postural, no mostraron diferencias significativas en el pretest, lo que garantiza la homogeneidad de los grupos antes de la intervención. Sin embargo, hubo diferencias significativas, a favor del grupo experimental, en la frecuencia semanal de práctica deportiva y en la frecuencia de balanceo con ojos cerrados en dirección anteroposterior (tabla 2).

### DIFERENCIAS DE MUESTRAS RELACIONADAS (DIFERENCIAS INTRA-MUESTRALES)

Tanto el grupo control como el grupo experimental mejoraron la frecuencia de balanceo en ambas direcciones, con ojos abiertos y ojos cerrados ( $p < 0,050$ ). El equilibrio estático y ninguno de los límites de estabilidad y amplitud de balanceo evidenciaron cambios significativos ( $p > 0,050$ ) (tabla 3).

**Tabla 3.** Diferencias de muestras relacionadas (diferencias intra-muestrales)

Variable	Grupo control (n=24)					Grupo experimental (n=25)					
	Medias			T	Sig.	Medias			T	Sig.	
	Pre-test	Post-test	Diferencia			Pre-test	Post-test	Diferencia			
OA - AP	Mínimo (mm)	-60,16	-56,97	3,19	0,714	0,482	-56,74	-51,51	5,23	1,483	0,151
	Máximo (mm)	67,15	61,80	-5,35	-1,130	0,270	65,05	60,41	-4,64	-1,316	0,201
	Amplitud balanceo	48,09	45,83	-2,26	-0,494	0,626	43,62	40,61	-3,01	-0,930	0,362
	Oscilaciones (No.)	24,46	33,13	8,67	4,715	0,000	25,00	33,92	8,92	4,536	0,000
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,82	1,10	0,29	4,715	0,000	0,83	1,13	0,30	4,536	0,000
OA - ML	Mínimo (mm)	-61,23	-62,27	-1,04	-0,215	0,831	-58,88	-56,93	1,95	0,351	0,729
	Máximo (mm)	53,58	52,45	-1,13	-0,255	0,801	54,58	50,42	-4,16	-1,071	0,295
	Amplitud balanceo	42,49	42,68	0,19	0,047	0,963	42,12	40,60	-1,52	-0,360	0,722
	Oscilaciones (No.)	24,33	37,71	13,38	4,016	0,001	27,04	36,08	9,04	3,615	0,001
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,81	1,26	0,45	4,016	0,001	0,90	1,20	0,30	3,615	0,001
OC - AP	Mínimo (mm)	-59,31	-60,51	-1,20	-0,271	0,788	-57,13	-55,84	1,29	0,434	0,668
	Máximo (mm)	61,5	59,33	-2,17	-0,423	0,676	58,95	60,08	1,13	0,347	0,732
	Amplitud balanceo	45,19	44,22	-0,97	-0,222	0,826	41,6	42,87	1,27	0,467	0,645
	Oscilaciones (No.)	22,71	32,29	9,58	4,724	0,000	26,12	33,00	6,88	3,152	0,004
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,76	1,08	0,32	4,724	0,000	0,87	1,10	0,23	3,152	0,004
OC - ML	Mínimo (mm)	-54,1	-56,71	-2,61	-0,498	0,623	-53,55	-53,65	-0,10	-0,022	0,983
	Máximo (mm)	48,03	47,92	-0,11	-0,026	0,979	52,85	46,64	-6,21	-1,790	0,086
	Amplitud balanceo	36,45	37,09	0,64	0,163	0,872	38,69	36,83	-1,86	-0,605	0,551
	Oscilaciones (No.)	25,71	32,83	7,12	2,856	0,009	24,4	35,88	11,48	4,260	0,000
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,86	1,09	0,24	2,856	0,009	0,81	1,20	0,38	4,260	0,000
Romberg (CoP-OA/CoP-OC)	1,01	1,03	0,02	0,622	0,540	1,02	1,01	-0,01	-0,219	0,829	

Abreviaturas. AP: anteroposterior; ML: medio-lateral; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; CoP: centro de presión; T: Prueba t de Student para muestras relacionadas; Sig.: Significancia asintótica bilateral

Nota: las diferencias se calcularon restando la media del post-test a la media del pretest

## DIFERENCIAS DE MUESTRAS INDEPENDIENTES PARA LAS MEDIDAS DE CAMBIO (POST-TEST VS PRETEST)

No se encontraron diferencias significativas en las medidas de cambio entre grupo control y experimental en ninguna de las variables estudiadas ( $p > 0,050$ ) (tabla 4). Lo anterior pone en evidencia que, tanto el grupo que recibió entrenamiento convencional como aquel que recibió el programa de ejercicio propioceptivo, mejoraron la frecuencia de balanceo, pero no hubo diferencias significativas entre ellos. Los límites de estabilidad y la amplitud de balanceo no mejoraron con ninguno de los dos programas.

**Tabla 4.** Diferencias inter-muestrales para las medidas de cambio (post-test - pretest)

Variable	Medias			T de Student	Significancia bilateral	
	Control	Experimental	Diferencia			
OA - AP	Mínimo (mm)	3,20	5,24	2,04	0,359	0,721
	Máximo (mm)	-5,34	-4,64	0,71	0,120	0,905
	Amplitud balanceo (mm)	-2,26	-3,01	-0,75	-0,134	0,894
	Oscilaciones (No.)	8,67	8,92	0,25	0,094	0,926
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,29	0,30	0,01	0,094	0,926
OA - ML	Mínimo (mm)	-1,04	1,95	2,99	0,404	0,688
	Máximo (mm)	-1,13	-4,16	-3,03	-0,514	0,610
	Amplitud balanceo (mm)	0,19	-1,51	-1,71	-0,289	0,774
	Oscilaciones (No.)	13,38	9,04	-4,34	-1,047	0,301
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,45	0,30	-0,14	-1,047	0,301
OC - AP	Mínimo (mm)	-1,20	1,29	2,49	0,472	0,639
	Máximo (mm)	-2,17	1,14	3,30	0,548	0,586
	Amplitud balanceo (mm)	-0,97	1,28	2,25	0,439	0,662
	Oscilaciones (No.)	9,58	6,88	-2,70	-0,905	0,370
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,32	0,23	-0,09	-0,905	0,370
OC - ML	Mínimo (mm)	-2,61	-0,10	2,51	0,363	0,718
	Máximo (mm)	-0,10	-6,21	-6,11	-1,159	0,252
	Amplitud balanceo (mm)	0,64	-1,85	-2,49	-0,503	0,617
	Oscilaciones (No.)	7,13	11,48	4,36	1,183	0,243
	Frecuencia balanceo (Hz)	0,24	0,38	0,15	1,183	0,243
Romberg (CoP-OA/CoP-OC)	0,03	-0,01	-0,04	-0,546	0,588	

Abreviaturas: AP: anteroposterior; ML: medio-lateral; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; CoP: centro de presión.

Nota: las medias de los grupos se calcularon mediante la diferencia entre el post-test y el pretest. La diferencia se calculó restando la media del grupo experimental a la media del grupo control. Para todos los casos se asumen varianzas iguales.

## DISCUSIÓN

Tanto el grupo que recibió entrenamiento convencional como aquel que recibió el programa de ejercicio propioceptivo mejoraron la frecuencia de balanceo (post-test vs pretest), pero no hubo diferencias significativas entre ellos respecto a las medidas de cambio. Los límites de estabilidad y la amplitud de balanceo no mejoraron con ninguno de los dos programas.

En contraste, Pinzón-Romero, Vidarte-Claros y Sánchez-Delgado (2019) encontraron diferencias significativas en el equilibrio dinámico en las direcciones posterior izquierda y posterior medial izquierda, mientras en el equilibrio estático no se encontraron diferencias significativas respecto al grupo control, el cual recibió entrenamiento convencional. Los autores citados evaluaron el efecto de un programa de ejercicio físico propioceptivo sobre el equilibrio en patinadores jóvenes, por medio del SEBT (*Start Excursión Balance Test*) para equilibrio dinámico y el BESS (*Balance Error Scoring System*) para equilibrio estático. En nuestro estudio, tanto el equilibrio dinámico como el estático se evaluaron con pruebas de estabilometría en un laboratorio de análisis de movimiento con plataforma de baropodometría, siguiendo el protocolo de Belaguer (2013), lo cual podría explicar los resultados contradictorios de ambos estudios.

Conocer la situación del equilibrio estático y dinámico ayuda a planificar y diseñar una intervención adecuada a las condiciones psicomotrices y funcionales del deportista, relacionadas con su control postural (Villalobos-Samaniego, Rivera-Sosa, Ramos-Jiménez, Cervantes-Borunda, López-Alonzo y Hernández-Torres, 2019).

En este estudio utilizamos pruebas de límites de estabilidad donde los patinadores desplazaban su centro de gravedad hacia las fronteras de estos límites sin modificar su base de sustentación, tal como lo proponen Peydro, Baydal y Vivas (2005). Hrysonmallis (2011) destaca la utilidad y validez de las plataformas de fuerza para registrar los desplazamientos del centro de presión, considerado como el origen de todas las fuerzas verticales transmitidas a través de la base de sustentación del sistema.

El patinaje como actividad física supone introducir condiciones diferentes de desplazamiento, es decir, produce modificaciones continuas de equilibrio con una base de apoyo reducida. Se producen modificaciones en los cambios de velocidad, en la arrancada teniendo en cuenta el eje de gravedad, en el espacio durante la trayectoria de desplazamiento y en las extremidades, tanto en el tren superior (brazos equilibrando y cabeza funcionando como guía del movimiento) como en el tren inferior (las piernas son el principal motor de movimiento y permiten mantener la trayectoria). En este sentido, las sensaciones propioceptivas de los deportistas se intensifican, ya que deben tener conciencia y equilibrio de sus movimientos corporales en todo momento (Lamoth y Van Heuvelen, 2012).

El centro de gravedad, dentro o fuera de su base de sustentación, determina el grado de equilibrio que tiene el patinador de acuerdo con el gesto deportivo que realiza. Estos generan diferentes modificaciones funcionales en el balance postural para vencer la gravedad y reacomodar su centro de gravedad a las exigencias del deporte, y a su vez permitir una rápida contracción muscular alrededor de las articulaciones. Lo anterior permite acelerar y mantener el balance postural evitando caídas o fatigas musculares, a su vez disminuye lesiones y recidivas (González, Oyarzo, Fischer, De la Fuente, Diaz, y Berral, 2011; Brachman, Kamieniarz, Michalska, Pawlowski, Slomka, y Juras (2017) plantean una relación entre el entrenamiento propioceptivo y el rendimiento físico, el control postural y la prevención de lesiones.

En nuestro estudio no se encontraron cambios significativos en la amplitud de balanceo, ni en el grupo control ni en el experimental. Al respecto, Verbecque, Vereeck y Hallemans (2016) concluyen que a medida que aumenta la edad, la velocidad de balanceo tiende a disminuir en una posición bípeda con ojos abiertos especialmente después de los 12 años; a esta edad se pueden alcanzar respuestas similares a las de los adultos. Así mismo, con ojos cerrados la velocidad de oscilación, el área y rango de amplitud disminuyen significativamente con el aumento de la edad (Newell, Slobounov, Slobounova y Molenaar, 1997; Rival, Ceyte y Olivier, 2005). Es necesario resaltar este hallazgo porque se supone que el control postural se refleja en una pequeña área de balanceo postural en posición de reposo y en la capacidad de acercar el centro de presión al borde de la superficie de apoyo (Rival, Ceyte y Oliver, 2005).

A pesar de los supuestos beneficios de un programa de ejercicio propioceptivo hacia los patinadores y patinadoras juveniles, la evaluación del balance en posición estática no mostró diferencias significativas en las medidas de cambio, esto puede deberse a las características de medición como lo sugiere Verbecque, Vereeck y Hallemans (2016). Plantean que una prueba de estabilometría digitalizada es sensible a cualquier cambio, ya sea en la posición de los pies o los brazos; un objetivo visual puede generar un gran impacto en la cantidad de balanceo y esto puede influir directamente en las mediciones y en los límites de estabilidad, lo que puede explicar parcialmente los resultados de este estudio.

Así mismo, Winter, Beck, Walther, Zwipp y Rein (2015) comprobaron que no se logró una mejora significativa en el equilibrio estático después de 6 a 12 semanas con entrenamiento propioceptivo en patinadores de velocidad, mientras que el equilibrio dinámico sí evidenció cambios especialmente en la estabilidad anterior-posterior y medial-lateral del tobillo. Otros autores consideran que las pruebas de evaluación estática para patinadores son inapropiadas debido a que no es un desafío para los que son competitivos (Hinman, 2000; McKeon y Hertel, 2008)

## **CONCLUSIONES**

Tanto el grupo que recibió entrenamiento convencional como aquel que recibió el programa de ejercicio propioceptivo mejoraron la frecuencia de balanceo (post-test vs pretest), pero no hubo diferencias significativas entre ellos respecto a las medidas de cambio. Los límites de estabilidad y la amplitud de balanceo no mejoraron con ninguno de los dos programas.

Se recomienda que futuros estudios realicen asignación aleatoria de sujetos a los grupos, evitando así la asignación por clubes. Así mismo, realizar tanto pruebas funcionales como de laboratorio, con el fin de compararlas y de esta manera descartar el posible efecto de la complejidad de la prueba estabilométrica sobre los resultados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera, R.A., y Ramírez-Villada, J.F. (2018). Efecto de un programa basado en entrenamiento funcional sobre la capacidad de velocidad de practicantes de patinaje de entre 9 y 11 años de edad. *Cuerpo, Cultura y Movimiento*, 8(2), 13-34. Doi: 10.15332/2422474X.5124.
- Belaguer, R. (2013). *Valoración de un método de posturografía estática con pruebas dinámicas para evaluar funcionalmente pacientes vestibulares en edad laboral y su relación con el índice de discapacidad* (tesis doctoral). Universidad de Valencia, España. <http://hdl.handle.net/10550/25455>
- Benítez-Sillero, J., y Poveda-Leal, J. (2010). La propiocepción como contenido educativo en primaria y secundaria en educación física. *Revista Pedagógica ADAL*, 21, 24-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3815429>
- Bernal, J.D. (2018). *¿Por qué Colombia es potencia mundial en patinaje?* Señal Colombia. <https://www.senalcolombia.tv/deportes/analisis-por-que-colombia-es-potencia-mundial-en-patinaje>
- Bohórquez, A.A. (2014). Valoración biomecánica de las salidas frontal y lateral de patinadores expertos tras tres años de entrenamiento específico (tesis doctoral). Universidad de Huelva, España. <https://core.ac.uk/download/pdf/60665951.pdf>
- Cenizo, J.M., Ravelo, J., Morilla, S., y Fernández, J.C. (2017). Test de coordinación motriz 3JS: cómo valorar y analizar su ejecución. *Retos: Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 32, 189-193. Doi: 10.47197/retos.v0i32.52720
- Brachman, A., Kamieniarz, A., Michalska, J., Pawlowski, M., Slomka, K.J., y Juras, G. (2017) Balance training programs in athletes—a systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 45-64. Doi: 10.1515/hukin-2017-0088
- Bressel, E., Yonker, J.C., Kras, J., y Heath, E.M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 42-46. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1896078/>
- Cárdenas, M., Burbano, V., y Espitia, E. (2019). Efectos de un programa recreativo-pedagógico en las capacidades coordinativas en escolares. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1), e1047. Doi: 10.31910/rudca.v22.n1.2019.1047.
- Chapman, D.W., Needham, K.J., Allison, G.T., Lay, B., y Edwards, D.J. (2007). Effects of experience in a dynamic environment on postural control. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 16-21. Doi:10.1136/bjism.2006.033688
- Domínguez, P., Lezeta, X., y Espeso, E. (2001). El patinaje: Una propuesta con gran auge en la Educación Física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 1 (2), 155-162. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista2/patinaje.html>
- Gómez-Sánchez, S.M. (2013). *Influencia de la práctica deportiva en la integración sensorial en niños: evaluación estabilométrica* (tesis doctoral). Universidad Rey Juan Carlos, España. <http://hdl.handle.net/10115/11859>
- González, G., Oyarzo, C., Fischer, M., De la Fuente, M.J., Díaz, V., y Berral, F.J. (2011). Specific training of the postural balance in the young soccer players. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del*

*Deporte*, 10(41), 95-114. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista41/artentrenamiento192.htm>

Guimaraes-Ribeiro, D., Hernández-Suárez, M., Rodríguez-Ruiz, D. y García-Manso, J.M., (2015). Efecto del entrenamiento sistemático de gimnasia rítmica sobre el control postural de niñas adolescentes *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 54–60. Doi: 10.1016/j.ramd.2014.11.001

Hagert, E. (2010). Proprioception of the wrist joint: A review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *Journal of Hand Therapy*, 23(1), 2-17. Doi: 10.1016/j.jht.2009.09.008.

Hinman, M.R. (2000). Factors affecting reliability of the biodex balance system: A summary of four studies. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9(3), 240–252. Doi:10.1123/jsr.9.3.240

Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*, 41(3), 221-32. Doi: 10.2165/11538560-000000000-00000.

Lamoth, C.J., y Van Heuvelen, M.J. (2012). Sports activities are reflected in the local stability and regularity of body sway: older ice-skaters have better postural control than inactive elderly. *Gait Posture*, 35(3), 489-93. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.11.014.

McKeon, P.O., y Hertel, J. (2008). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: Is balance training clinically effective. *Journal of Athletic Training*, 43(3), 305–315. Doi: 10.4085/1062-6050-43.3.305.

Moreno-Alcaraz, V.J., López-Miñarro, P.A., y Rodríguez-García, P.L. (2012). Lesiones y medidas de prevención en patinaje en línea recreativo: revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 12(45), 179-193. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista45/artlesiones281.htm>

Newell, K.M., Slobounov, S.M., Slobounova, B.S., y Molenaar P.C.M (1997). Short-term non-stationarity and the development of postural control. *Gait & posture*, 6(1), 56-62. Doi: 10.1016/S0966-6362(96)01103-4

Pérez, E., Sobrino, R., Estrada, O., y Chillón R. (2014). Interacción mediante feedback auditivo para la mejora del equilibrio en mujeres que realizan actividad física. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(2), 327-335. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4872383>

Peydro, M.F., Baydal, J.M., y Vivas, M.J. (2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*, 39(6), 315–323. Doi: 10.1016/S0048-7120(05)74365-6

Pinzon-Romero, S., Vidarte-Claros, J.A., y Sanchez-Delgado, J.C. (2019). Effects of a proprioceptive physical exercise program on balance in young skaters aged between 11 to 15 years. *Archivos de Medicina del Deporte*, 36(3), 166-171.

[https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or05\\_Pinzon\\_in\\_gles.pdf](https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or05_Pinzon_in_gles.pdf)

Riemann, B.L., y Lephart, S.M. (2002). The sensorimotor system, part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 80–84. PMC164312

Riemann, B.L., Myers, J.B., y Lephart, S.M. (2002). Sensorimotor system measurement techniques. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 85–98. PMC164313.

- Rival, C., Ceyte, H., y Olivier, I. (2005). Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*, 376(2), 133-136. Doi: 10.1016/j.neulet.2004.11.042
- Romero-Franco, N., Martínez-Amat, A. y Martínez-López, E.J (2013). Effect of the proprioceptive training in sprinters. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 13(51), 437-451. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista51/artefecto393.htm>
- Romero-Franco, N., Martínez-López, E., Lomas-Vega, R., Hita-Contreras, F., y Martínez-Amat, A. (2012). Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2071-2077. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31823b06e6
- Verbecque, E., Vereeck, L., y Halleman, A. (2016). Postural sway in children: a literature review. *Gait & Posture*, 49, 402-410. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.08.003
- Villalobos-Samaniego, C., Rivera-Sosa, J.M., Ramos-Jiménez, A., Cervantes-Borunda, M.S., López-Alonzo, S.J., y Hernández-Torres, R.P (2020). Métodos de evaluación del equilibrio estático y dinámico en niños de 8 a 12 años. *Retos: Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 37, 793-801. Doi: 10.47197/retos.v37i37.67809.
- Winter, T., Beck, H., Walther, A., Zwipp, H., y Rein, S. (2015). Influence of a proprioceptive training on functional ankle stability in young speed skaters - a prospective randomised study. *Journal Sports Science*. 33(8), 831-840. Doi: 10.1080/02640414.2014.964751.

**Número de citas totales/ Total references: 32 (100%)**

**Número citas propias de la revista/ Journal's own references: 4 (13%)**