



Análisis de factores físicos en los primeros 20 metros de la fase de salida en patinaje de velocidad

Analysis of physical on the first 20 meters of the starting phase in speed inline skaters

Autores

Yulimar Florez Peña ¹
PhD. Javier Gaviria Chavarro ²
Miguel Ángel Gómez García ³
Diego Fernando Orejuela
Aristizabal ⁴

^{1, 2, 3, 4} Escuela Nacional del Deporte (Colombia).

Autor de correspondencia:
Miguel Ángel Gómez García
gomezgarciamiguel440@gmail.com

How to cite in APA

Gómez García, M. Ángel, Florez Peña, Y., Gaviria Chavarro, J., & Orejuela Aristizabal, D. F. (2025). Analysis of physical on the first 20 meters of the starting phase in speed inline skaters. *Retos*, 67, 1356-1366. <https://doi.org/10.47197/retos.v67.115092>

Resumen

Introducción: El patinaje es un deporte que requiere estabilidad dinámica y fuerza en miembros inferiores para desplazarse en una limitada superficie de contacto. Las variables que influyen en la fase de salida del patinaje son biomecánicas y físicas.

Objetivo: Analizar factores físicos y biomecánicos que influyen en los primeros 20 metros de la fase de salida en patinaje de velocidad.

Metodología: Estudio observacional, descriptivo y correlacional, orientado a analizar los factores físicos y biomecánicos que afectan la fase inicial o salida en patinaje de velocidad. Estuvo constituido por 25 patinadores juveniles de velocidad, con edades comprendidas entre los 14 y 15 años.

Resultados: El modelo obtenido presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 78,15%, que indica un 78,15% de la variabilidad en la velocidad alcanzada en los primeros 20 metros se puede explicar por APY_D_FRONTAL (apoyo derecho en dirección frontal en el Test Y), TC_CMJ (tiempo de contacto en el salto con contramovimiento) y TV_SJ (velocidad de vuelo en el salto en cuclillas).

Discusión: Investigaciones previas sugieren que un balance corporal se consigue por medio de una estabilidad dinámica y coordinación motriz que se emplean en los sprints cortos como los de patinaje.

Conclusiones: El diseño de protocolos de evaluación periódica que incluyan pruebas de equilibrio dinámico y saltos pliométricos para reconocer el estado del deportista. En este sentido, las carencias podrán identificarse para ajustar la preparación física hacia estrategias más efectivas, fomentando la evolución del rendimiento a largo plazo.

Palabras clave

Aptitud física; test pedagógicos; deporte; patinaje.

Abstract

Introduction: Skating is a sport that requires dynamic stability and lower limb strength to move on a limited contact surface. The variables that influence the starting phase of skating are biomechanical and physical.

Objective: To analyze physical and biomechanical factors that influence the first 20 meters of the starting phase in speed skating.

Methodology: Observational, descriptive and correlational study, aimed at analyzing the physical and biomechanical factors that affect the initial phase or start in speed skating. It consisted of 25 juvenile speed skaters, aged between 14 and 15 years old.

Results: The model obtained presented a coefficient of determination (R^2) of 78.15%, which indicates that 78.15% of the variability in the speed reached in the first 20 meters can be explained by APY_D_FRONTAL (right support in the front direction in the Y-Test), TC_CMJ (contact time in the countermovement jump) and TV_SJ (flight speed in the jump in cuckoos).

Discussion: Previous research suggests that body balance is achieved through dynamic stability and motor coordination used in short sprints such as skateboarding.

Conclusions: The design of periodic assessment protocols that include dynamic balance tests and plyometric jumps to recognize the athlete's condition. In this sense, deficiencies can be identified.

Keywords

Physical fitness; exercise tests; sports; inline skating.

Introducción

La estructura anatómica condiciona la ejecución técnica adaptándose a las particularidades individuales del deportista. En los deportes que implican desplazamientos extensivos, como el patinaje de velocidad, se generan altas exigencias articulares, especialmente en la cadera y el tobillo, las cuales determinan significativamente la calidad del gesto técnico (Kang et al., 2015). Desde una perspectiva biomecánica, la precisión en la ejecución técnica depende directamente del control de variables mecánicas como la fuerza aplicada, la velocidad angular y la estabilidad dinámica.

El nivel de desarrollo de las capacidades condicionales (fuerza reactiva, resistencia cardiovascular y flexibilidad) varía en función del entrenamiento específico y afecta de forma directa el rendimiento deportivo en patinaje de velocidad, donde la integración de aspectos antropométricos, biomecánicos y condicionales determina el éxito competitivo (Rebelo et al., 2022). Así mismo, la fase inicial o gesto de salida adquiere especial relevancia en esta disciplina, dividiéndose en aspectos cualitativos, relacionados con la percepción visual y subjetiva, y cuantitativos, que abarcan aspectos medibles y objetivos tales como variables biomecánicas y capacidades físicas (Astudillo-Sarabia et al., 2022).

Por otro lado, la ejecución técnica en patinaje exige una elevada estabilidad dinámica, sustentada en una óptima retroalimentación visual, vestibular y sensorial, necesaria por la limitada superficie de contacto del patín sobre la pista, que implica adaptaciones particulares para mantener el equilibrio y controlar eficientemente el movimiento (Sehgal et al., 2023). En este sentido, instrumentos como el Y-Balance Test ofrecen mediciones confiables y válidas para identificar asimetrías en miembros inferiores, permitiendo evaluar el riesgo de lesión e incidir positivamente en el rendimiento competitivo (Hooper et al., 2016; Bakaraki et al., 2021).

Además, pruebas neuromusculares como los tests de salto Countermovement Jump (CMJ), Squat Jump - SJ y Drop Deep Jump - DDJ) permiten evaluar parámetros como potencia, velocidad y fatiga muscular, constituyendo herramientas efectivas para la monitorización del rendimiento físico. Estas pruebas muestran correlaciones significativas con la velocidad lineal en los primeros metros tras la salida, siendo relevantes para evaluar la calidad de la aceleración inicial del patinador (Roy et al., 2023; Gupta et al., 2023).

Diversos estudios han analizado variables como la saltabilidad, el equilibrio dinámico y la velocidad de movimiento en poblaciones deportivas. Sin embargo, existe una limitada literatura centrada específicamente en patinadores, especialmente en lo que respecta al efecto de la salida en los primeros 20 metros de desplazamiento. La saltabilidad, entendida como una manifestación del perfil neuromuscular y un indicador de fatiga, es fundamental para optimizar la coordinación muscular y el impulso inicial en pruebas de velocidad. En este sentido, Saez et al. (2023) indagaron el efecto de un entrenamiento isoinercial sobre la saltabilidad, velocidad y equilibrio dinámico, hallando un aumento significativo de las dos primeras variables. Por su parte, Gajewski et al. (2018) examinó la potencia en deportistas entrenados por medio del salto contramovimiento, describiendo una reducción de la energía acumulada, en pro de una conversión a energía cinética, mejorando la longitud vertical. Asimismo, existe una relación inversamente proporcional entre la saltabilidad, el cambio de dirección y el test de 5-m (Aravena et al., 2021; Fonseca et al., 2022).

El equilibrio dinámico regula la coordinación inter e intramuscular a través del sistema nervioso y vestibular, permitiendo una transferencia eficaz de fuerzas durante los gestos deportivos (Muñoz et al., 2025). La activación muscular depende de la estabilidad corporal, según Kaur et al. (2022) la respuesta muscular es única conforme los movimientos varían en dirección, dificultad y dominancia de pierna. El desplazamiento del patín con la superficie aumenta la propulsión, Roy et al. (2023) atribuyeron esta alteración a un menor índice de fuerza reactiva, dicho resultado explicaría la asociación del salto con las velocidades, gracias al dinamismo y explosividad de desplazamiento (Gupta et al., 2023). La rapidez del movimiento en los patines depende de la combinación técnica y neuromuscular, habiendo una relación significativa con el equilibrio hasta los primeros 30m de distancia de salida (Astudillo-Sarabia et al., 2022).

De este modo, conocer en profundidad cómo las variables biomecánicas y condicionales inciden en la fase inicial del patinaje permite optimizar los procesos de entrenamiento, reducir el riesgo de lesión y mejorar la eficiencia técnica del deportista. Dada la importancia decisiva de los primeros metros en



competencia, surge la necesidad de estudiar específicamente el impacto de estas variables durante esta fase. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los factores físicos y biomecánicos que influyen en la fase de salida en patinaje de velocidad, considerando los primeros 20 metros como un momento clave en la competencia.

Método

El presente estudio se desarrolló mediante un diseño observacional, descriptivo y correlacional, orientado a analizar los factores físicos y biomecánicos que afectan la fase inicial o salida en patinaje de velocidad, específicamente en los primeros 20 metros. La investigación se llevó a cabo en un entorno controlado y estandarizado, garantizando condiciones uniformes para todos los participantes. Las pruebas fueron realizadas en una pista oficial adaptada específicamente para la evaluación, con un horario constante (4:00 pm) y condiciones ambientales similares en todas las sesiones.

Participantes

La muestra estuvo constituida por 25 patinadores juveniles de velocidad, con edades comprendidas entre los 14 y 15 años, quienes contaban con experiencia previa en competencias oficiales. De este total, 15 eran femeninos (60%) y 10 masculinos (40%). La edad promedio de los participantes fue de 14,36 años (DE = 0,49).

En cuanto a la trayectoria deportiva, todos los participantes iniciaron su proceso formativo entre los 8 y 9 años de edad, acumulando entre 5 y 7 años de experiencia en la práctica sistemática del patinaje de velocidad. Esta condición garantizó un nivel técnico y competitivo suficiente para la ejecución precisa de las pruebas físicas contempladas en el estudio.

El tamaño muestral fue determinado por conveniencia, dadas las características particulares del deporte y la disponibilidad de deportistas con nivel competitivo homogéneo, garantizando representatividad suficiente para el análisis estadístico planteado.

Procedimiento

La investigación se llevó a cabo en un entorno controlado y estandarizado, garantizando condiciones uniformes para todos los participantes. Las pruebas fueron realizadas en una pista oficial adaptada específicamente para la evaluación, con un horario constante (4:00 pm) y condiciones ambientales similares en todas las sesiones.

Previo a la evaluación, se realizó una preparación específica que incluyó un calentamiento general de 7 minutos, seguido de 5 minutos de calentamiento específico adaptado a cada prueba, cada test estaba organizado en estaciones que eran asignadas a los participantes, conforme iban terminando eran instruidos a moverse a la estación correspondiente. Cada participante dio su asentimiento y su acudiente correspondiente su consentimiento para las mediciones, también se garantizó la confidencialidad de la información obtenida y se proporcionó retroalimentación individualizada a los atletas y sus entrenadores, con el objetivo de optimizar el rendimiento deportivo y minimizar el riesgo de lesiones. Todas las actividades se realizaron bajo la supervisión directa de personal capacitado.

Instrumentos

Las evaluaciones iniciaron con la obtención de medidas antropométricas utilizando la máquina de bioimpedancia Omron referencia HBF-514. Para esto, cada atleta ingresó datos personales como edad, sexo, estatura y nivel de actividad física, permaneciendo en posición vertical, sujetando las manillas del equipo con las manos y pies correctamente colocados sobre la plataforma de medición. La prueba no se realizó si las deportistas estaban en periodo menstrual, esperando al menos cinco días después del mismo para efectuar la medición.

Posteriormente, se evaluó la flexibilidad de tronco mediante el test de Sit and Reach, en el que los deportistas realizaron tres intentos, registrándose la distancia máxima alcanzada en centímetros. Seguidamente, se valoró la estabilidad dinámica de los miembros inferiores a través del test Y Balance, que consistió en alcanzar la mayor distancia posible en tres direcciones específicas (anterior, posteromedial y posterolateral), realizándose tres intentos por pierna y registrando el mejor resultado.



Se evaluó la potencia muscular de miembros inferiores con los tests de salto Squat Jump (SJ) y Counter-movement Jump (CMJ). Ambos tests se realizaron utilizando el instrumento ADR Jumping, registrando variables clave como la altura del salto, tiempo de vuelo y potencia muscular. Cada prueba incluyó tres intentos, tomando en cuenta la mejor ejecución para el análisis.

Finalmente, se llevó a cabo el test específico de salida en patines sobre una distancia de 20 metros. Los atletas realizaron tres intentos desde una posición estática claramente delimitada, utilizando sus patines y cascos de competencia. El mejor tiempo obtenido, medido en segundos y milisegundos mediante fotoceldas.

Para garantizar un rendimiento óptimo y seguridad durante las pruebas, se programaron descansos de entre 3 y 5 minutos entre intentos y pruebas. Al finalizar las evaluaciones, se ejecutó una fase de estiramientos de 15 minutos, dirigida principalmente a cuádriceps, isquiotibiales, glúteos y zona lumbar. Todas las actividades fueron supervisadas por entrenadores y personal especializado.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados utilizando técnicas descriptivas y estadísticas inferenciales, específicamente regresión lineal múltiple por pasos (stepwise), para identificar variables predictoras significativas sobre la velocidad de los primeros 20 metros. Se verificaron los supuestos del modelo mediante el análisis de residuos y evaluación de multicolinealidad mediante el Factor de Inflación de Varianza (FIV). Para todas las pruebas estadísticas, se consideró un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los factores físicos y biomecánicos que influyen en la fase de salida en patinaje de velocidad, considerando los primeros 20 metros como un momento clave en competencia. Para ello, se evaluaron 25 patinadores de entre 14 y 15 años, analizando diversas variables relacionadas con la composición corporal, la flexibilidad, la estabilidad dinámica y la capacidad de generar fuerza explosiva, con el fin de comprender su posible impacto en la aceleración inicial.

La muestra estuvo conformada por jóvenes deportistas con una edad promedio de 14,36 años, con una variabilidad reducida que garantizó la homogeneidad en el estado de desarrollo de los participantes. En términos antropométricos, el peso corporal presentó una media de 56,04 kg, con un rango entre 44,4 kg y 78,5 kg. El índice de masa corporal (IMC) registró un promedio de 20,37 kg/m², mientras que el índice de grasa corporal mostró una media de 21,04%, con valores que oscilaron entre 8,2% y 30,0%. A su vez, el índice de masa muscular evidenció una media de 35,66, lo que sugiere una composición corporal variable dentro del grupo, aspecto que podría influir en la eficiencia del movimiento y en la capacidad de generar fuerza durante la salida.

El rendimiento en la fase inicial de la carrera fue evaluado a través de la velocidad alcanzada en los primeros 20 metros, obteniendo una media de 3,46 m/s, con valores mínimos de 2,99 m/s y máximos de 3,97 m/s. Este parámetro refleja diferencias individuales en la capacidad de arranque y aceleración de los patinadores, aspectos que pueden ser determinantes para obtener ventaja en la competencia.

Otro factor relevante en el desempeño inicial en patinaje es la flexibilidad del tronco, la cual presentó un valor promedio de 37,44, con una dispersión entre 22,0 y 43,5. Una mayor movilidad en esta zona puede contribuir a una postura más eficiente en la salida y mejorar la transmisión de la fuerza aplicada durante los primeros impulsos sobre los patines.

El equilibrio y la estabilidad dinámica, medidos mediante el Test Y, proporcionaron información relevante sobre el control postural en situaciones de apoyo unipodal. En el apoyo derecho, los patinadores alcanzaron una media de 60,40 cm en la dirección frontal, 99,16 cm en la lateral y 97,88 cm en la medial, mientras que, en el apoyo izquierdo, los valores fueron de 63,00 cm en la dirección frontal, 100,16 cm en la lateral y 97,36 cm en la medial. Estos resultados reflejan la capacidad de los deportistas para mantener el control postural en posiciones desafiantes, lo que puede repercutir en la estabilidad de la salida y en la eficiencia de la aceleración.

Para analizar la capacidad de los patinadores de generar fuerza explosiva en los miembros inferiores, se realizaron mediciones a través del salto con contramovimiento (CMJ) y el salto en cuclillas (SJ). En el

CMJ, la velocidad de vuelo presentó un valor medio de 570,3 ms, mientras que el tiempo de contacto fue de 3219 ms. En el SJ, la velocidad de vuelo alcanzó un promedio de 533,9 ms, con un tiempo de contacto de 3593 ms. La capacidad de aplicar fuerza en tiempos reducidos es un factor clave en la fase de salida, ya que permite a los patinadores generar la aceleración necesaria para alcanzar su velocidad óptima en los primeros metros de la competencia.

Para determinar los factores que influyen significativamente en la velocidad alcanzada en los primeros 20 metros en patinaje de velocidad, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple mediante el método paso a paso. A partir de este análisis, se seleccionaron tres variables predictoras que presentaron una relación significativa con la variable dependiente: APY_D_FRONTAL (apoyo derecho en dirección frontal en el Test Y), TC_CMJ (tiempo de contacto en el salto con contramovimiento) y TV_SJ (velocidad de vuelo en el salto en cuclillas).

El modelo obtenido presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 78,15%, lo que indica que el 78,15% de la variabilidad en la velocidad alcanzada en los primeros 20 metros puede explicarse por las tres variables incluidas en el modelo. El R^2 ajustado, que toma en cuenta el número de predictores en el modelo, fue de 75,03%, sugiriendo que el modelo mantiene un alto poder explicativo sin una sobreparametrización. Por otro lado, el R^2 predictivo (69,93%) confirma que el modelo posee una capacidad de generalización aceptable para nuevos datos.

El análisis de varianza reveló un valor F de 25,04 con un p-valor de 0,000, lo que indica que el modelo es significativo en su conjunto. Esto significa que al menos una de las variables predictoras tiene un impacto significativo en la variable dependiente y que el modelo no ha sido ajustado al azar.

Las tres variables seleccionadas fueron significativas individualmente, con valores F altos y p-valores menores a 0,05, lo que confirma su relevancia en la predicción de la velocidad en la salida.

Los coeficientes estimados permiten interpretar el impacto de cada variable en la velocidad en los primeros 20 metros:

Intercepto (Constante): 4,837 ($p = 0,000$). Representa el valor estimado de la velocidad cuando todas las variables predictoras toman un valor de cero.

APY_D_FRONTAL: 0,01442 ($p = 0,000$). Este coeficiente indica que por cada incremento de 1 cm en el alcance del apoyo derecho frontal en el Test Y, la velocidad en los primeros 20 metros aumenta en 0,01442 m/s, manteniendo constantes las demás variables. Este hallazgo sugiere que un mayor control postural y equilibrio dinámico pueden contribuir a una mejor aceleración en la salida.

TC_CMJ: -0,000060 ($p = 0,007$). El coeficiente negativo indica que por cada incremento de 1 ms en el tiempo de contacto en el salto con contramovimiento, la velocidad en la salida disminuye en 0,000060 m/s. Esto respalda la idea de que un tiempo de contacto más corto refleja una mayor capacidad de generación de fuerza rápida, lo que favorece una salida más explosiva.

TV_SJ: -0,003850 ($p = 0,000$). Un coeficiente negativo significativo sugiere que, por cada incremento de 1 ms en la velocidad de vuelo en el salto en cuclillas, la velocidad en la salida disminuye en 0,003850 m/s. Esto puede interpretarse como un indicador de que un mayor tiempo de vuelo en el salto en cuclillas refleja una menor eficiencia en la producción de fuerza en la salida.

Evaluación de la Multicolinealidad. Para verificar la independencia entre los predictores, se analizó el Factor de Inflación de Varianza (FIV). Se observaron valores bajos para las tres variables (APY_D_FRONTAL = 1,49; TC_CMJ = 1,30; TV_SJ = 1,21), lo que indica que no hay problemas significativos de multicolinealidad en el modelo. Esto sugiere que cada predictor aporta información única y no está altamente correlacionado con los demás.

Las variables seleccionadas fueron determinadas mediante el procedimiento stepwise, el cual permitió identificar aquellas que aportaban una mejora significativa al ajuste del modelo desde una perspectiva estadística y funcional.

En primer lugar, la variable APY_D_FRONTAL fue incluida por su estrecha relación con el equilibrio dinámico y el control postural. Durante la fase de salida en el patinaje de velocidad, los deportistas deben mantener una base estable mientras ejecutan una aceleración intensa y transfieren el peso corporal de

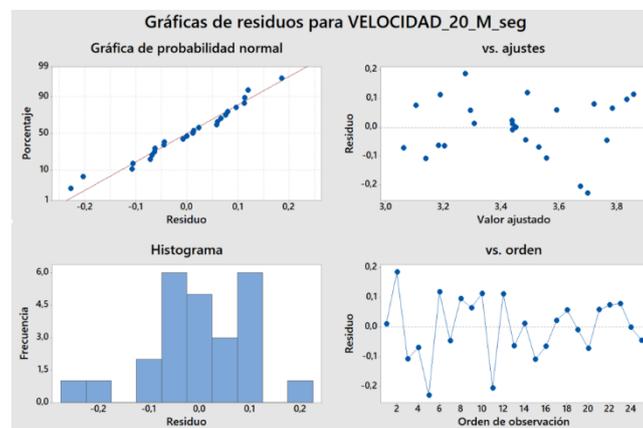
forma eficiente. Un mayor rango de alcance en esta dirección refleja una mejor capacidad de estabilización unipodal, aspecto esencial para lograr una salida potente y técnicamente eficaz.

En segundo lugar, el TC_CMJ fue seleccionado por su capacidad para representar la eficiencia neuromuscular en la generación de fuerza reactiva. Un menor tiempo de contacto indica una mayor rapidez en la aplicación de fuerza explosiva, lo cual es determinante en la fase inicial de la carrera, cuando el patinador debe transitar de la posición estática a un movimiento acelerado en el menor tiempo posible.

Finalmente, la variable TV_SJ está relacionada con la duración del impulso propulsivo generado mediante una contracción concéntrica pura. Un mayor tiempo de vuelo podría reflejar una mecánica de salto menos eficiente en cuanto a la producción de fuerza útil, lo que se traduce en una menor efectividad durante los primeros impulsos de la salida.

Para evaluar la validez del modelo de regresión lineal múltiple ajustado a la velocidad en los primeros 20 metros, se realizó un análisis de los residuos a través de diferentes gráficos de diagnóstico. La evaluación de los residuos permite verificar los supuestos del modelo y determinar si los resultados obtenidos son confiables.

Figura 1. Gráfica de comportamiento de los residuos para verificar el supuesto de normalidad.



Fuente: Elaboración propia.

En la parte superior izquierda se presenta la gráfica de probabilidad normal de los residuos, que permite verificar el supuesto de normalidad de los errores.

Los residuos se alinean aproximadamente sobre la diagonal de referencia, lo que indica que la distribución de los residuos sigue una distribución normal de manera aceptable.

Sin embargo, se observa una ligera dispersión en los extremos, lo que podría sugerir la presencia de ciertos valores atípicos, aunque no de manera crítica.

La gráfica superior derecha muestra los residuos en función de los valores ajustados. Esta gráfica es clave para analizar la homocedasticidad (igual varianza de los errores). No se observa un patrón sistemático en la dispersión de los residuos, lo que sugiere que no hay una relación clara entre la magnitud de los residuos y los valores ajustados.

Sin embargo, existe cierta dispersión no uniforme en algunos puntos extremos, lo que podría indicar una ligera heterocedasticidad en los datos.

En el histograma de los residuos se observa una distribución aproximadamente simétrica y centrada en cero, lo que es una condición deseada en un modelo de regresión bien ajustado.

A pesar de la presencia de algunos valores en los extremos, la forma general no sugiere sesgo significativo en los residuos.

La gráfica inferior derecha evalúa la independencia de los errores, lo que permite identificar si existe autocorrelación en los residuos. No se observa un patrón sistemático en la secuencia de los residuos, lo que indica que no hay evidencia de autocorrelación.

Los valores de los residuos oscilan de manera aleatoria en torno a cero, lo que sugiere que no hay dependencia temporal o de otra índole entre las observaciones.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio revelan la importancia de los factores físicos en la fase inicial del patinaje de velocidad, particularmente en los primeros 20 metros de competencia. En línea con estudios previos, la variabilidad observada en la composición corporal (peso, IMC, porcentaje de grasa y masa muscular) sugiere que no existe un perfil antropométrico único que garantice un rendimiento óptimo; no obstante, la presencia de porcentajes de masa muscular adecuados y rangos moderados de grasa corporal se ha asociado con mayor capacidad de generación de fuerza en otros deportes de alta intensidad (Rebelo et al., 2022). Este hallazgo se vincula con la evidencia de que un balance corporal eficiente puede contribuir a la estabilidad y la coordinación motriz necesarias para sprints cortos y explosivos (Malina et al., 2015).

En cuanto a la velocidad promedio en los primeros 20 metros (3,46 m/s), se confirma el carácter decisivo de esta fase, dado que un arranque exitoso determina la capacidad de obtener y mantener una ventaja competitiva (Sehgal et al., 2023). La flexibilidad de tronco, medida a través del Sit and Reach, mostró valores medios de 37,44 cm, lo cual coincide con hallazgos que sugieren que una movilidad adecuada favorece el posicionamiento óptimo del cuerpo para iniciar la marcha, permitiendo una mejor transferencia de fuerza y minimizando compensaciones en la cadena cinética (Heyward & Gibson, 2014). Sin embargo, cabe señalar que la flexibilidad excesiva no siempre conlleva beneficios adicionales en el desempeño, por lo que se recomienda un entrenamiento balanceado de la movilidad y la estabilidad (Astudillo-Sarabia et al., 2022).

La evaluación de la estabilidad dinámica a través del Test Y evidenció la relevancia de un control postural sólido en la fase de salida, dado que los patinadores presentaron valores altos tanto en la pierna de apoyo derecho como en la izquierda. La relación entre la estabilidad en apoyo unipodal y el rendimiento en esfuerzos explosivos coincide con investigaciones que muestran cómo el control postural adecuado favorece la eficiencia mecánica y reduce el riesgo de lesiones (Bakaraki et al., 2021; Hooper et al., 2016). En el presente estudio, la correlación positiva entre la distancia alcanzada en la dirección frontal (APY_D_FRONTAL) y la velocidad en la salida refuerza la idea de que un mayor alcance representa mayor control y equilibrio, lo que facilita una transferencia más efectiva de la fuerza generada (Sehgal et al., 2023).

Respecto a la capacidad de generar fuerza explosiva, se observaron variaciones en los parámetros de salto (CMJ y SJ), evidenciando que la velocidad de vuelo y el tiempo de contacto son componentes determinantes para la salida en patinaje de velocidad. Estos hallazgos apoyan estudios previos que señalan cómo la potencia en los miembros inferiores, medida a través de diferentes modalidades de salto, se relaciona de manera significativa con el rendimiento en sprints de corta distancia (Roy & Gupta, 2023; Gupta & Kumar, 2023). De forma específica, el tiempo de contacto en el CMJ (TC_CMJ) mostró una correlación inversa con la velocidad de salida, lo que concuerda con la literatura que asocia períodos de contacto más cortos con mayor capacidad de producción de fuerza reactiva (Markovic & Mikulic, 2010). En cambio, la velocidad de vuelo en el salto en cucullas (TV_SJ) presentó un coeficiente negativo en el modelo, lo cual podría atribuirse a diferencias en la técnica de ejecución y en la activación muscular durante esta prueba, un aspecto que ha sido discutido en investigaciones sobre la especificidad del gesto de salida en comparación con saltos verticales puros (de Ruiter et al., 2006).

El análisis de regresión lineal múltiple identificó tres variables predictoras significativas de la velocidad en los primeros 20 metros: APY_D_FRONTAL, TC_CMJ y TV_SJ (velocidad de vuelo en el salto en cucullas). El modelo explicó un 78,15% de la varianza en la velocidad de salida. El coeficiente positivo de APY_D_FRONTAL (0,01442) indica que un mayor alcance frontal en el Test Y se asocia con una mayor velocidad. El coeficiente negativo de TC_CMJ (-0,000060) sugiere que un menor tiempo de contacto en el CMJ se relaciona con una mayor velocidad. El coeficiente negativo de TV_SJ (-0,003850) podría interpretarse como una menor eficiencia en la producción de fuerza en la salida cuando la velocidad de vuelo en el SJ es mayor, lo que podría deberse a diferencias en la técnica entre el salto y el gesto específico del patinaje.



La ausencia de multicolinealidad ($FIV < 2$ para todas las variables) y la adecuada normalidad de los residuos respaldan la validez del modelo, tal como lo señalan Hair et al. (2014) en su obra sobre análisis multivariante, donde se destaca la importancia de verificar estos supuestos en modelos de regresión. La literatura sobre evaluación de la aptitud física, como la de Heyward y Gibson (2014), también apoya la relevancia de evaluar la composición corporal, la flexibilidad y la potencia muscular en el contexto del rendimiento deportivo. Aunque no se midió directamente la fuerza del core en este estudio, la investigación de Hooper et al. (2016) resalta la relación significativa entre el rendimiento del core y el equilibrio en atletas universitarios, sugiriendo que un core fuerte contribuye a un mejor control postural, lo cual es fundamental para una salida eficiente.

Si bien la flexibilidad del tronco se evaluó en este estudio, el trabajo de Ayala et al. (2012) subraya la importancia de utilizar pruebas fiables para evaluar la flexibilidad, enfocándose en la flexibilidad de los isquiotibiales en futbolistas. Finalmente, aunque no es el foco principal del estudio, la investigación de Croisier et al. (2008) sobre los desequilibrios de fuerza isquiotibiales-cuádriceps como factor de riesgo de lesiones en futbolistas, hace referencia que un control postural adecuado, influenciado por los factores analizados, también tiene implicaciones para la prevención de lesiones en el deporte.

Los estudios respaldan la importancia del equilibrio dinámico, la potencia muscular de los miembros inferiores representada en la capacidad de generar fuerza de manera explosiva y un control postural sólido, especialmente en el core. Para el rendimiento en deportes que requieren movimientos explosivos y cambios de dirección, como el patinaje de velocidad. Además, se destaca la relevancia de una evaluación fiable de la flexibilidad y la consideración de los desequilibrios musculares en la prevención de lesiones. Las obras metodológicas de Hair et al. (2014) y Heyward & Gibson (2014) proporcionan el marco teórico y práctico para el análisis de datos y la interpretación de los resultados en el contexto de la evaluación de la aptitud física y el rendimiento deportivo.

Conclusiones

Los resultados señalan que el mejor desempeño en la aceleración inicial de patinaje de velocidad está vinculado al control postural, medido en apoyo unipodal. Desde una perspectiva práctica, se recomienda incluir ejercicios de estabilidad y propiocepción (ej. balance en bosu, desplazamientos en un solo pie con variaciones de ángulos) para reforzar la capacidad de mantener el control al iniciar la salida. Este tipo de entrenamiento podría mejorar la precisión en la aplicación de fuerza y la efectividad de la aceleración en los primeros metros.

El hallazgo de que tiempos de contacto reducidos (en el salto con contramovimiento) se relacionan con mayor velocidad de arranque destaca la necesidad de entrenar acciones pliométricas enfocadas en la reactividad. Se aconseja integrar ejercicios como saltos reactivos o multisaltos en superficies estables, priorizando la rapidez del ciclo estiramiento-acortamiento. De esta manera, los atletas podrían desarrollar la capacidad de generar fuerza con mayor rapidez, traducándose en un arranque más eficiente.

La relación inversa entre la velocidad de vuelo en el salto en cuclillas (SJ) y la aceleración inicial sugiere que no siempre una mayor altura de salto se traduce en una óptima aplicación de fuerza en el plano horizontal. En la práctica, se recomienda enfatizar ejercicios que reproduzcan la inclinación y los ángulos corporales específicos del patinaje. Ejercicios de salida con trineo ligero o empujes en patines podrían ser útiles para afinar el gesto técnico y la aplicación de la fuerza en la dirección precisa.

Dadas las variables clave identificadas (APY_D_FRONTAL, TC_CMJ, TV_SJ), es esencial que entrenadores y preparadores físicos adopten un enfoque integral, combinando entrenamientos de estabilidad, potencia explosiva y técnica específica de salida. La planificación de rutinas debe considerar tanto los períodos de descanso adecuados como la progresión gradual de cargas, adaptadas al nivel de desarrollo de los atletas juveniles.

Los hallazgos de este estudio refuerzan la relevancia de la fase de salida en el rendimiento competitivo. Se sugiere a entrenadores y profesionales de la salud deportiva diseñar protocolos de evaluación periódica que incluyan pruebas de equilibrio dinámico y saltos pliométricos. De esta manera, se podrán identificar de forma temprana posibles carencias y orientar la preparación física hacia estrategias más efectivas, fomentando la evolución del rendimiento a largo plazo.



Financiación

Los autores declaran que no hubo financiación por ninguna entidad particular.

Agradecimientos

Agradecemos a la liga por brindar los espacios junto a los deportistas y a la institución universitaria Escuela Nacional del Deporte.

Referencias

- Astudillo-Sarabia, C. F., Moscoso-García, R. F., & Barrachina-Fernández, G. (2022). Análisis biomecánico de la técnica de salida de patinaje de velocidad. *CIENCIAMATRIA*, 8(3), 1103–1130. <https://doi.org/10.35381/cm.v8i3.819>
- Astudillo-Sarabia, R., del Castillo-Andrade, D., Martínez-Guardado, I., González-Mohino, F., & Abián-Vicén, J. (2022). Effects of flexibility training on physical fitness and performance in young athletes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 253-262.
- Ayala, F., de Baranda Andújar, P. S., Cejudo, A., Moreno, J. G., Chulvi-Medrano, I., & García-López, D. (2012). Reliability of four clinical tests for assessing hamstring flexibility. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(4), 395–402.
- Bakaraki, E. N., Khuman, R., & Sharma, S. (2021). Reliability and validity of Y-balance test in assessing dynamic balance among athletes: A systematic review. *Physical Therapy Reviews*, 26(5), 368–375.
- Bakaraki, M., Malliou, V., Theodorou, N., & Beneka, A. (2021). Relationship between Y-balance test performance and agility in young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(3), 735–741.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(3), 273–282.
- Croisier, J.-L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J.-M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469–1475.
- de Ruiter, C. J., de Haan, A., & Jones, A. M. (2006). Muscle force-velocity characteristics in relation to sprint performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(3), 169–178.
- de Ruiter, C. J., Van Leeuwen, D., Heijblom, A., Bobbert, M. F., & de Haan, A. (2006). Fast unilateral isometric knee extension torque development and jump height. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(10), 1843–1852.
- Fonseca, R. T., Lopes, G. C., De Castro, J. B. P., Santos, L. a. V. D., Lima, B. L. P., De Oliveira Filho, G. R., De Alkmim Moreira Nunes, R., & De Souza Vale, R. G. (2022). Analysis of vertical jump, rating of perceived exertion, delayed-onset muscle soreness, and muscular peak power in young male Brazilian football players submitted to plyometric and semi-squat training with weights. *Retos*, 46, 613–621. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94085>
- Gajewski, J., Michalski, R., Buśko, K., Mazur-Różycka, J., & Staniak, Z. (2018). Countermovement depth - a variable which clarifies the relationship between the maximum power output and height of a vertical jump. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 20(1), 127–134.
- Gupta, S., & Kumar, A. (2023). Correlation between jump performance and sprint speed in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Biomechanics*, 22(3), 302-314.
- Gupta, S., & Kumar, V. (2023). Vertical jump performance as a predictor of acceleration and maximal sprint speed in young athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(9), 2235–2242.
- Gupta, S., Baron, J., Bieniec, A., Swinarew, A., & Stanula, A. (2023). Relationship between vertical jump tests and ice skating performance in junior Polish ice hockey players. *Biology of sport*, 40(1), 225–232. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2023.112972>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson.

- Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2014). *Advanced fitness assessment & exercise prescription* (7th ed.). Human Kinetics.
- Hooper, D. R., Behm, D. G., Hodges, P. W., Rennie, S., Fortin, S., & St-Pierre, D. M. (2016). The relationship between core stability performance and measures of balance and functional movement in collegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(11), 3096–3104.
- Hooper, D. R., Côté, K. P., & Butler, R. J. (2016). Asymmetries in functional movement and their association with lower extremity injury: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 51(3), 271–282.
- Kang, K. W., Seo, K. W., & Kim, Y. H. (2015). Effects of core stability training on dynamic balance and gait function in patients with stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3733–3737.
- Kang, S.-Y., Oh, J.-S., & Kim, J.-H. (2015). The relationship between sagittal postural alignment, flexibility, and balance in middle-aged and older women. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(1), 131–134.
- Kaur, N., Bhanot, K., & Ferreira, G. (2022). Lower Extremity and Trunk Electromyographic Muscle Activity During Performance of the Y-Balance Test on Stable and Unstable Surfaces. *International journal of sports physical therapy*, 17(3), 483–492. <https://doi.org/10.26603/001c.32593>
- Kaur, N., Bhanot, K., & Ferreira, G. (2022). Lower Extremity and Trunk Electromyographic Muscle Activity During Performance of the Y-Balance Test on Stable and Unstable Surfaces. *International journal of sports physical therapy*, 17(3), 483–492. <https://doi.org/10.26603/001c.32593>
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2015). Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetics*.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal adaptations following plyometric jumping training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895.
- Muñoz, E. G., Rivera, M. A., Orellana, C. S., Toro-Carrillo, A., Badilla, P. V., Espinosa, C. N., Martinez, J. H., & Sepulveda, R. Y. (2025). Relación entre el equilibrio postural dinámico con el rendimiento de salto y esprint en futbolistas profesionales. *Retos*, 64, 697–707. <https://doi.org/10.47197/retos.v64.111568>
- Ojeda-Aravena, A., Azócar-Gallardo, J., Herrera-Valenzuela, T., & García-García, J. M. (2021). Relación de la Asimetría Bilateral y el Déficit Bilateral con la Velocidad del Cambio de Dirección en Atletas Cadetes de Karate: Un estudio Piloto (Relationship of Bilateral Asymmetry and Bilateral Deficit with the Change of Direction Speed in Cadet Kara. *Retos*, 42, 100–108. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86397>
- Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-e-Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2022). Anthropometric, Physical, and Physiological Characteristics and Their Relationship With Performance in Speed Skating: A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 13, 842456.
- Rebelo, M., Capela, M., Ferreira, A., & Vázquez-Guerrero, J. (2022). The relationship between physical fitness and skating performance in elite roller speed skating athletes. *Sports Biomechanics*, 21(3), 503–512.
- Rebelo-Gonçalves, R., Coelho-e-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Malina, R. M., & Seabra, A. (2022). Anthropometry, body composition and motor performance of youth athletes: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 40(1), 1–21.
- Roy, P., & Gupta, S. (2023). Relationship of vertical jump performance with sprinting speed among athletes: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(2), 410–419.
- Roy, T. K., & Gupta, A. K. (2023). Lower limb power as a predictor of short sprint performance in young male athletes. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 12(2), 1–9.
- Roy, X., Gavrilu, S. E., & Sercia, P. (2023). Countermovement jump performance and team membership of youth female and male ice hockey players. *International Journal of Strength and Conditioning*, 3(1). <https://doi.org/10.47206/ijsc.v3i1.146>
- Sáez-Michea, E., Alarcón-Rivera, M., Valdés-Badilla, P., & Muñoz, E. G. (2023). Efectos de seis semanas de entrenamiento isoinercial sobre la capacidad de salto, velocidad de carrera y equilibrio postural dinámico (Effects of six weeks of isoinertial training on vertical jump performance, running velocity, and dynamic postural balance). *Retos*, 48, 291–297. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.95284>

- Sehgal, M., Gautam, S., & Kumar, A. (2023). Biomechanical analysis of skating techniques and their impact on speed and efficiency in competitive speed skating. *Journal of Human Kinetics*, 86(1), 145–156.
- Sehgal, R., Gupta, R., & Malhotra, V. (2023). Role of neuromuscular training in sports performance enhancement: A review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(1), 114-123.

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Yulimar Florez Peña	yulimar.pena2@endeporte.edu.co	Autor/a
Javier Gaviria Chavarro	javier.gaviria@gmail.com	Autor/a
Miguel Ángel Gómez García	gomezgarciamiguel440@gmail.com	Autor/a
Diego Fernando Orejuela Aristizabal	diego.orejuela@endeporte.edu.co	Autor/a