

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

Documento guía entregable Modalidad de Posgrado: Artículo

Integrante (s)

Nombres y Apellidos	Adolfo Pulido Davila
Documento de Identidad #	1090438491
Mail Institucional	Adolfo.pulido@usantoto.edu.co
Celular #	3216657454

Nombres y Apellidos	
Documento de Identidad #	
Mail Institucional	
Celular #	

Título y Resumen	1.1. Claridad y pertinencia del título 1.2. Correspondencia del título con la línea de investigación 1.3. Estructura del resumen, palabras clave 1.4. Claridad, coherencia y redacción del resumen 1.5. Extensión y normas de presentación
Línea de Investigación	Entrenamiento deportivo
Grupo de Investigación	GIEDAF
Introducción:	2.1. Planteamiento del problema 2.2. Justificación 2.3. Objetivos (general y específicos) 2.4. Antecedentes y marco teórico

	2.5. Pregunta de investigación
Metodología	3.1. Coherencia del paradigma, diseño y tipo de investigación 3.2. Población y muestra 3.3. Métodos e instrumentos de recolección de información 3.4. Hipótesis y consideraciones éticas 3.5. Cronograma y viabilidad metodológica
Resultados	4.1. Claridad y organización de los resultados 4.2. Pertinencia respecto a los objetivos e hipótesis 4.3. Uso de tablas, figuras y gráficos 4.4. Análisis y profundidad de los hallazgos 4.5. Consistencia y coherencia interna
Discusión	5.1. Interpretación de resultados 5.2. Relación con el marco teórico y antecedentes 5.3. Análisis crítico y argumentación 5.4. Identificación de limitaciones del estudio 5.5. Implicaciones prácticas y académicas
Conclusiones Recomendaciones	6.1. Coherencia con los objetivos 6.2. Claridad y síntesis 6.3. Fundamentación en los resultados 6.4. Recomendaciones prácticas y académicas 6.5. Proyección hacia futuras investigaciones
Referencias Bibliográficas	7.1. Cantidad mínima requerida 7.2. Pertinencia, relevancia y actualidad de las fuentes 7.4. Variedad y calidad de fuentes 7.5. Inserta dentro de las referencias los links de la fuente bibliográfica 7.5. Normas APA (última edición)
Anexos	8.1. Inclusión de anexos requeridos 8.2. Pertinencia y relación con la investigación 8.3. Claridad y presentación 8.4. Cumplimiento de normas institucionales

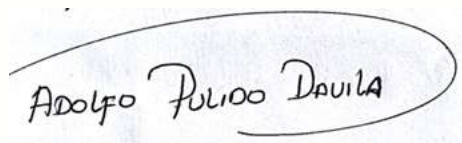


La presentación de la propuesta se debe diligenciar en tipo de letra Times New Roman, Tamaño: 12 pts. Interlineado en 1.5 puntos.

Adicionar el reporte de similitud Turnitin (No superior al 10% índice de similitud)

Fecha de Inscripción de modalidad de Posgrado: **8 de mayo de 2026**

Atentamente,



Adolfo Pulido Davila

+57 321 665 7454

Adolfo.pulido@usantoto.edu.co

Efecto de un programa de entrenamiento basado en el control de la velocidad y en el modelo LTAD sobre el rendimiento atlético y neuromuscular de patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años

Adolfo Pulido Davila.

Email: Adolfo.pulido@usantoto.edu.co

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación. Universidad Santo Tomas, Tunja, Colombia.

Resumen

El patinaje de velocidad sobre ruedas es un deporte dinámico que enfatiza la velocidad, técnica, coordinación y resistencia. Este deporte es altamente exigente y el rendimiento depende de la capacidad de producir elevados niveles de fuerza en las extremidades inferiores y aplicarlos a alta velocidad dentro de periodos reducidos de tiempo. Las exigencias de esta disciplina deben abordarse mediante las adaptaciones neuromusculares que influyen en el rendimiento atlético y neuromuscular, y esto se puede optimizar con el entrenamiento de fuerza. El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de un programa de entrenamiento de 16 semanas basado en el control de la velocidad y en el modelo LTAD sobre el rendimiento atlético y neuromuscular en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años. El efecto de la intervención se midió a través de KPI como CMJ, SJ, Vel20m y cargas equivalentes al 10, 25, 40 y 55% de la masa corporal de las deportistas. Se realizó un estudio cuasiexperimental con dos grupos no equivalentes diferenciados por estado madurativo (cerca y lejos al PHV) y corte longitudinal con una muestra de 10 patinadoras. Divididas en dos grupos, cerca (C) (edad $13,4 \pm 0,6$ años) y lejos (L), (edad $11,5 \pm 0,2$ años) y de acuerdo a su nivel de proximidad al PHV ($-0,85$ a $-1,87$ años), ($-2,46$ a $-3,0$ años) respectivamente. Además, para (C) en cada sesión se controló velocidad mediante VBT. Se encontró que el tiempo de la intervención tuvo un efecto estadísticamente significativo ($p = <0,01$) en los KPI evaluados y el factor tiempo*maduración en la carga del 55% condujo a mejores resultados en (C) debido a una mejor adaptación al entrenamiento de fuerza, lo que mejoró de manera progresiva la velocidad de desplazamiento en esta carga. Los resultados de este estudio permiten concluir que un programa de entrenamiento de fuerza basado en el control de la velocidad y estructurado bajo el modelo LTAD es eficaz para mejorar el rendimiento atlético y neuromuscular en patinadoras de 11 a 13 años.

Palabras claves: Patinaje de velocidad en línea, entrenamiento de fuerza, rendimiento atlético, VBT, entrenamiento de fuerza en jóvenes, LTAD.

Keywords: Inline Speed Skating, Resistance Training, Athletic Performance, VBT, Youth Resistance Training, LTAD.



Tabla 1 Conceptos claves a tener en cuenta

Concepto	Definición	Abreviatura
Tasa de desarrollo de la fuerza (Rate force development)	Producción de fuerza por unidad de tiempo. Capacidad entrenable de aplicar fuerza en un espacio de tiempo reducido o aplicar fuerza en el menor tiempo o a mayor velocidad. Sus unidades de medición son newtons/segundos (N/s) (González Badillo & Ribas Serna, 2002, 2019; Rodríguez-Rosell et al., 2018; Suchomel et al., 2016).	RFD
Entrenamiento de fuerza basado en la velocidad o entrenamiento basado en la velocidad (Velocity based training)	El control de la velocidad es un procedimiento o una herramienta para controlar la carga de entrenamiento y evaluar su efecto. Nos permite conocer con alta precisión la intensidad relativa y el grado de fatiga/esfuerzo que se realiza en cada unidad de entrenamiento, así como el efecto del entrenamiento que se va produciendo en cada sesión (González Badillo, 2023)	VBT



Relación carga velocidad
(Load-velocity relationship)



Relación inextricable y extremadamente estrecha entre la carga relativa (expresada como porcentaje del máximo o % 1RM) y la velocidad a la que se desplaza dicha carga (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010a; Loturco et al., 2025).

RCV

Perfil Carga velocidad
Load-velocity profile

Se refiere a la caracterización individual de esta relación a lo largo de todo el espectro de cargas de un ejercicio específico y basado en una ecuación individual obtenida de una regresión lineal por medio de un test de cargas incrementales

PCV

Desarrollo Atlético a Largo Plazo
(Long Term Athletic Development)

Modelo de enseñanza y alfabetización física que permite exponer a un joven deportista hacia un desarrollo sostenible, integral y holístico por medio de la práctica de las competencias motoras atléticas, permitiendo longevidad deportiva (Lesinski et al., 2016; Lloyd et al., 2015, 2024; Till et al., 2021; Varghese et al., 2022).

LTAD

Prueba de salto vertical
Salto con contramovimiento (Counter movement Jump)
Salto sin contramovimiento (Squat Jump)

La prueba de salto vertical es una de las formas de evaluación más comunes debido a su simplicidad, familiaridad entre los atletas y la escasa necesidad de familiarización. En esta categoría se incluyen el salto con contramovimiento (CMJ) y el salto sin contramovimiento (SJ). La forma en que un atleta logra su desempeño puede brindar información más valiosa sobre su estado

CMJ/SJ



SANTOTOTUNJA.EDU.CO
NIT. 860.012.357-6

neuromuscular y las características de producción de fuerza
(Suchomel, 2026)



UNIVERSIDAD
SANTOTOMÁS
TUNJA

VIGILANCIA MINEDUCACIÓN - UNIV. 1730

INTRODUCCION

El patinaje de velocidad sobre ruedas, comúnmente conocido como patinaje de velocidad en línea, es un deporte dinámico que enfatiza la velocidad, técnica, coordinación y resistencia. Se compite en una variedad de pruebas (100 hasta 10000 metros) y puede ser practicado desde edades tempranas. En Cúcuta las niñas de 11 a 13 años están la categoría de transición, donde la preparación física y la destreza por el mismo deporte es relevante para el desempeño deportivo. Además, representa un momento idóneo para aprender a entrenar en un gimnasio y formar deportistas integrales, que no descuiden la parte física como deportiva (Hidayah et al., 2023; Darío et al., 2025; Hettinga et al., 2022; Wu et al., 2025).

Las pruebas de este deporte varían desde esfuerzos máximos de corta duración (100 y 200 metros) ejecutados a máxima velocidad y esfuerzos prolongados que demandan sostener una intensidad elevada durante un determinado tiempo o hasta cubrir una distancia establecida (5.000 y 10.000 metros). Por tanto, es un deporte altamente exigente y el rendimiento depende de la capacidad de producir elevados niveles de fuerza en las extremidades inferiores y aplicarlos a una velocidad determinada que esta influenciada por la prueba a superar. Dichas exigencias deben abordarse mediante las adaptaciones neuromusculares que influyen en el rendimiento atlético y neuromuscular. Esto se puede optimizar con el entrenamiento de fuerza (Darío et al., 2025; Enoka, 1997; Gonzalez Badillo & Ribas Serna, 2019; Gonzalez & Mendoza, 2017; González-Badillo et al., 2022; Keiner et al., 2024; Mccarthy & Franklin, 2003; Stuart & Cochrane-Snyman, 2022; Suchomel et al., 2016; Wu et al., 2025)



Los mecanismos neuromusculares que sustentan estas adaptaciones fueron descritos de forma influyente por Enoka (1997), cuyos principios han sido consistentemente confirmados y ampliados por la investigación contemporánea, como se expone a continuación. Las adaptaciones que mejoran el rendimiento neuromuscular incluyen una mayor coordinación neuronal y reclutamiento muscular, aumento de la tasa de disparo y mayor reclutamiento de unidades motoras. Esto incrementa el reclutamiento de fibras de contracción rápida que favorecen a una activación superior en los músculos agonistas, sinergistas, acompañado de una disminución de la co-contracción. En conclusión, la programación del entrenamiento de la fuerza optimiza el rendimiento neuromuscular permitiendo aumentar la velocidad de contracción muscular y aplicar fuerza en el menor tiempo posible o a mayor velocidad (Enoka, 1997; González Badillo & Ribas Serna, 2019; González-Badillo et al., 2022; Jenkins et al., 2017; Loturco et al., 2025; Rong et al., 2025; Santos et al., 2023; Škarabot et al., 2021).

Lo anterior, se aborda con un paradigma moderno de la fuerza basado en el control de la velocidad (VBT). Desde esta óptica, la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) es un predictor clave del rendimiento deportivo. Una disminución en la RFD puede estar influenciada por limitaciones en dichas adaptaciones neuromusculares. Cabe resaltar que estas adaptaciones no se limitan al deporte profesional o élite (etapa adulta), sino que resultan igualmente relevantes en etapas pre y puberales (niñez y adolescencia) de la formación deportiva (González-Badillo et al., 2022; Legerlotz et al., 2016; Rodríguez-Rosell et al., 2018; Sánchez Pastor et al., 2023; Suchomel et al., 2016; Tumkur Anil Kumar et al., 2021).



La RFD es la capacidad del sistema neuromuscular de aumentar la fuerza muscular desde un estado bajo o de reposo. Su objetivo es alcanzar la máxima activación muscular lo más rápido posible. Otro concepto equivalente es la producción de fuerza por unidad de tiempo o la rapidez para producir fuerza en un periodo de tiempo determinado (muy breve). Esta capacidad está condicionada por dos variables (fuerza y tiempo) que se expresan por la relación entre la fuerza aplicada y el tiempo disponible para ello, así que esta relación se manifiesta en términos matemáticos como el cambio de la fuerza dividido por el cambio en el tiempo ($\Delta F/\Delta t$) (Rodríguez-Rosell et al., 2018).

La RFD se obtiene a partir de la curva fuerza-tiempo (CFT). Esta curva manifiesta el aumento de la fuerza desde el inicio de la contracción hasta lograr el valor máximo. A partir de ella, se pueden identificar valores como la RFD pico o máxima, que equivale a la mayor pendiente y valores calculados en intervalos específicos. En el contexto de deportes de velocidad, como el patinaje de velocidad sobre ruedas, el interés principal no se centra en la RFD máxima, sino en producir fuerza en intervalos cortos (100 a 250 ms). Este es el tiempo disponible para aplicar fuerza en varias acciones deportivas como saltar o correr e inclusive patinar (Duchateau & Amiridis, 2023; Gonzalez Badillo & Ribas Serna, 2019; Rodríguez-Rosell et al., 2018; Suchomel et al., 2016).

De acuerdo a lo anterior, esta capacidad puede medirse en condiciones estáticas (contracciones isométricas medidas con plataformas de fuerza) o en condiciones dinámicas (saltos o a través de sucesivas cargas progresivas). Cuando no es posible medir la curva fuerza-tiempo directamente, se emplean medidas sustitutas derivadas de la altura del salto para medir los cambios en la curva fuerza-tiempo de forma indirecta (Gonzalez Badillo & Ribas Serna, 2019; Rodríguez-Rosell et al., 2018).



Por otro lado, otra relación que muestra interés en analizar la mejora en la RFD, es la curva fuerza-velocidad (CFV). Los incrementos en la RFD se manifiestan de forma paralela en esta curva. Por tanto, la CFT y CFV son formas equivalentes de expresar el estado de rendimiento del deportista y el efecto de un programa de entrenamiento. Como se indicó anteriormente, la RFD puede medirse de forma dinámica y una forma muy práctica de hacerlo es a través de cambios en la altura del salto vertical y en la velocidad de desplazamiento de un conjunto de cargas determinadas. Las medidas sustitutas de la RFD dependen de la rapidez para producir fuerza y cualquier cambio en la CFT se verá reflejado en CFV. Evidenciando, la capacidad del deportista de aplicar la misma o mayor fuerza en menos tiempo, lo que equivale a aplicar más fuerza a mayor velocidad (Gonzalez Badillo & Ribas Serna, 2002, 2019; González-Badillo et al., 2022; Loturco et al., 2025).

En este caso, en las niñas de 11 a 13 años la expresión de la fuerza y la RFD se encuentra modulada por diferencias individuales y el estado madurativo. Esto obliga a implementar un enfoque metodológico preciso y apropiado que estimule dichas adaptaciones neuromusculares, por medio de la dosificación objetiva e individualizada de la carga del entrenamiento. Todo ello, sin comprometer los procesos de alfabetización física, salud y el desarrollo integral de las competencias motoras atléticas (fuerza, velocidad, agilidad y potencia) de las jóvenes patinadoras.

El modelo de desarrollo atlético a largo plazo (LTAD) resuelve esto. Mediante el desarrollo de dichas competencias motoras a través de una estructura de entrenamiento basada en etapas de experiencia deportiva. Permitiendo, incrementar el rendimiento, reducir el riesgo de lesión y permitir longevidad deportiva, junto con un programa de entrenamiento ajustado a su estado madurativo (Legerlotz et al., 2016; Lloyd et al., 2015, 2024; Sánchez Pastor et al., 2023; Santos et al., 2023; Till et al., 2021; Tumkur Anil Kumar et al., 2021).



La manipulación de la fatiga a través de la PV dentro de la serie y en un programa de entrenamiento es una variable crítica. Programarla de manera objetiva induce a diferentes respuestas y adaptaciones, tanto musculares como neuromusculares. Una mayor PV (>40%) induce a respuestas relacionadas con un mayor estrés mecánico, metabólico y hormonal que generan niveles elevados de fatiga, prolongando los tiempos de recuperación. En contraste, menores PV (10-20%) induce a adaptaciones neuromusculares asociadas a la RFD y la velocidad de contracción muscular. Esto se debe a un mejor reclutamiento de unidades motoras de alto umbral (IIX), al aumento en la tasa de disparo y mayor activación muscular. De acuerdo con esto, controlar la fatiga mediante una menor PV a través del VBT, favorece a las adaptaciones neuromusculares implicadas en acciones de producción rápida de fuerza, relacionadas con la mejora del rendimiento atlético y neuromuscular (Hernández-Belmonte & Pallarés, 2022; Pareja-Blanco et al., 2017, 2020; Rodríguez-Rosell et al., 2020; Walker et al., 2022).

Además, la evidencia científica respalda el uso del modelo LTAD. Supriyanto et al. (2025) evaluaron un programa de entrenamiento de 12 semanas basado en este modelo en 30 jóvenes atletas indonesios (13–17 años), mediante un diseño pre–post. El programa incluyó tres sesiones semanales de 90 minutos con énfasis progresivo en habilidades motoras, técnica deportiva, fuerza y adaptaciones del sistema oxidativo. Se midieron VO_{2max} , fuerza (press de banca y sentadilla), agilidad (Illinois) y motivación (Escala de Motivación Deportiva).

Los resultados mostraron mejoras significativas en la aptitud del sistema cardio respiratorio que está mediado por la influencia de la actividad mitocondrial, la fuerza, la agilidad y la motivación, especialmente la intrínseca al finalizar el programa. El estudio respalda al LTAD como un marco eficaz y sistemático para optimizar tanto el rendimiento físico como los aspectos psicosociales en jóvenes deportistas.



De manera similar, Hidayah et al. (2023) analizaron el efecto de un programa de entrenamiento basado en el modelo LTAD en 50 jóvenes basquetbolistas (11-12 años; 25 hombres y 25 mujeres) mediante un diseño experimental pre-post de un solo grupo. La intervención constó de 24 sesiones, realizadas 3 a 4 veces por semana, con una duración de 120 minutos por sesión. Las evaluaciones incluyeron eficiencia del sistema oxidativo (multistage fitness test), velocidad (30 m), agilidad (Illinois) y habilidades fundamentales específicas del baloncesto (pases, regates y distintos tipos de lanzamiento).

El programa se estructuró con calentamiento, un bloque de desarrollo de capacidades físicas (velocidad, agilidad, coordinación) y un bloque enfocado en habilidades fundamentales del deporte. Los resultados post intervención mostraron mejoras significativas en las capacidades físicas y en las habilidades técnicas, sin diferencias entre sexos. Estos hallazgos respaldan el LTAD como un enfoque eficaz para potenciar el desarrollo físico y técnico en etapas iniciales de formación deportiva, destacando la importancia de considerar el nivel de maduración y las características propias del desarrollo, más allá de la edad cronológica. Aunque realizado en baloncesto, este estudio es pertinente porque aplica el modelo LTAD en una población de edades comparables a las patinadoras cucuteñas (11–12 años), aportando evidencia sobre la eficacia del modelo para desarrollar capacidades físicas fundamentales en deportes que comparten exigencias similares de velocidad, agilidad y potencia en etapas de formación deportiva.

Teniendo en cuenta la evidencia internacional que respalda la aplicación del modelo LTAD en contextos de formación y desarrollo deportivo, resulta pertinente contrastar dichos hallazgos con la realidad regional permitiendo identificar brechas en la literatura y valorar el grado de transferencia del conocimiento científico a poblaciones específicas, como patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años.



De esta forma, se realizó una búsqueda rigurosa de la literatura científica de los últimos 10 años (2015-2025) en bases de datos como Pubmed y Google Scholar, utilizando términos como *speed skating*, *velocity based training*, *VBT*, *LTAD*, *entrenamiento de fuerza*, *entrenamiento en patinaje cucuteño*, *patinaje en Cúcuta*, *entrenamiento de fuerza en patinaje cucuteño*, *entrenamiento de fuerza en patinadoras adolescentes cucuteñas*, *entrenamiento de fuerza en patinadoras adolescentes*, tanto en español como en inglés. No se encontró algo relacionado con programas o entrenamiento de fuerza basados en el modelo LTAD y en el control de la velocidad por medio del VBT en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años. Los registros identificaron algunos estudios relacionados con la huella plantar y evaluación de dominio del patín en niños y niñas. Por tanto, no hay respaldo científico del uso de estas prácticas en esta población específica, destacando el carácter pionero y la pertinencia de este estudio.

Contextualizando todo lo anterior, las exigencias físicas y deportivas del patinaje necesitan abordarse desde un enfoque orientado a la evaluación individual del rendimiento atlético y neuromuscular y esto se logra evaluando la función neuromuscular por medio de indicadores claves de rendimiento (KPI) como: salto vertical medido a través del salto con contramovimiento (CMJ) y sin contramovimiento (SJ), la carrera máxima (SPRINT) y relación carga velocidad (RCV), además para garantizar individualidad es necesario hallar el estado madurativo a través de la desfase de la maduración (Maturity Offset) (Castellanos Carbonell, 2021; Darío et al., 2025; Pleša et al., 2022).

En este sentido, el estado madurativo es el momento puntual en el que se encuentra el proceso madurativo al ser evaluado y se debe tener en cuenta la velocidad con que se produce. El pico de crecimiento máximo (PHV) es el método que usa el LTAD para predecir dicho estado, y consiste en predecir el tiempo que queda o ha pasado desde el momento de máximo crecimiento. La desviación en el PHV se conoce como desfase de maduración o (Maturity Offset). Para calcular el momento donde se dará o se ha dado el PHV, se resta la desfase de maduración con la edad cronológica (Castellanos Carbonell, 2021).



El CMJ es una de las evaluaciones más usada en el campo del rendimiento deportivo para medir la capacidad de salto vertical a través de la influencia del mecanismo del ciclo de estiramiento y acortamiento (CEA), además es poco invasiva, muy fácil de realizar y puede transformarse en un sistema de seguimiento y monitoreo del rendimiento neuromuscular (cambios en la altura del salto) cuando se aplica entre sesiones de entrenamiento; su medición puede realizarse mediante la aplicación móvil My Jump Lab, que ha mostrado validez y confiabilidad para dicha tarea (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Balsalobre-Fernández & Varela-Olalla, 2024; Bishop et al., 2022; Edwards et al., 2022; Sharp et al., 2019)

Por su parte, el SJ se usa para evaluar la capacidad propulsiva o concéntrica de la musculatura de las extremidades inferiores para generar un salto vertical sin contribución del CEA, ya que el deportista salta de una posición de semi sentadilla que mantiene alrededor de 3 segundos en comparación con el CMJ que debe bajar y saltar lo más rápido posible. También, puede ser usado para evaluar la habilidad de tensar o estimular inmediatamente la musculatura de las piernas y reducir la holgura muscular para producir fuerza en periodos breves de tiempo (200 a 300 ms) cuando se salta. En consecuencia se puede emplear como sustituto del RFD y como predictor del rendimiento de carrera en el patinaje (Edwards et al., 2022; Gonzalez & Mendoza, 2017; Hou et al., 2025; Van Hooren & Zolotarjova, 2017).

El estudio de Van Hooren & Zolotarjova (2017) establece que el paradigma clásico ha atribuido las diferencias de rendimiento en la altura entre CMJ y SJ por la influencia del componente elástico aportado en el contramovimiento (descenso del CMJ). Además, una mayor altura en este es debido a un mejor aprovechamiento del CEA. Sin embargo, una propuesta moderna ha demostrado que la capacidad elástica no explica la mayor parte de la diferencia de rendimiento entre saltos. En su lugar, se han propuesto mecanismos subyacentes como la disminución de la holgura muscular de la unidad musculo-tendinosa y el mayor desarrollo del estado activo muscular durante el contramovimiento, lo que genera un nivel más alto de activación antes del inicio de la fase propulsiva o ascendente (Van Hooren & Zolotarjova, 2017)



Desde esta perspectiva, sin importar que un deportista tenga una altura de salto mayor en el CMJ, esto no implica que dicho deportista tenga una capacidad superior para utilizar el componente elástico. Además, no es un valor fijo ni generalizable, ya que depende del estado neuromuscular individual del deportista. El contramovimiento facilita la absorción de la holgura muscular e incrementa progresivamente la estimulación muscular, optimizando las condiciones para producir fuerza durante la fase concéntrica. En contraste, en el SJ dicha estimulación no es posible por la naturaleza de la prueba, el estado activo inicialmente se encuentra en un estado submáximo y tanto los fascículos como la unidad músculo-tendinosa arrancan con holgura muscular (menos tensas), lo que implica que una parte inicial de la contracción se destina a tensar los elementos elásticos en serie antes de que la fuerza pueda transmitirse eficazmente al esqueleto (Van Hooren & Zolotarjova, 2017)

Por tanto, la producción de fuerza se retrasa y la fase propulsiva comienza bajo condiciones mecánicas menos favorables. Interpretándose, como una limitación en la capacidad del sujeto para aplicar fuerza rápida en la fase ascendente de un salto con restricción de tiempo y sin el uso de estrategias como un contramovimiento, condición que resulta relevante para comprender el rendimiento en numerosas acciones deportivas de corta duración como las del patinaje de velocidad sobre ruedas (Darío et al., 2025; Duchateau & Amiridis, 2023; Gonzalez & Mendoza, 2017; Ryu et al., 2016; Van Hooren & Zolotarjova, 2017).



Dicho lo anterior, se ha propuesto que alturas similares entre CMJ y SJ parecen favorecer el rendimiento en acciones rápidas y en el patinaje la mayoría de situaciones se ven comprometidas por acciones muy rápidas que están supeditadas a posturas determinadas como la clásica postura de planeo o de salida, donde el deportista debe producir fuerza en condiciones estáticas o desde una posición agachada con baja flexión de rodilla y cadera, que impide generar un contramovimiento para producir fuerza. En consecuencia, se debe generar fuerza a partir de una posición similar a la del SJ, así que esta posición requiere generar pre tensión, rigidez muscular y reducir la holgura muscular para incrementar la producción de fuerza en periodos cortos ya que no hay tiempo para hacerlo mediante un contramovimiento (Gonzalez & Mendoza, 2017; Hettinga et al., 2022; Konings et al., 2015; Van Hooren & Zolotarjova, 2017; Wu et al., 2025)

En consecuencia, lo anterior no refleja la predilección de un salto por otro, ambos evalúan condiciones de aplicar la fuerza con diferentes mecanismos (captando la holgura muscular y acumulando estimulación por contramovimiento o produciendo fuerza rápida desde un estado activo submáximo, sin acumulación de estimulación y con holgura muscular) y juntos deben ser usados para medir el efecto de un programa de fuerza de forma aguda o crónica sobre el rendimiento neuromuscular y atlético dentro del patinaje de velocidad sobre ruedas (Bishop et al., 2023; Darío et al., 2025; Edwards et al., 2022; Gonzalez & Mendoza, 2017; Kyne & Cronin, 2025; Peñaloza Sarabia & Lozano Zapata, 2022; Pleša et al., 2022; Van Hooren & Zolotarjova, 2017).

Adicionalmente, el sprint mide la capacidad del deportista de desplazarse a la máxima velocidad en una distancia determinada (aceleración), siendo las más utilizadas 10, 20 y 30 metros. Esta prueba es considerada sensible para evaluar el rendimiento y la preparación neuromuscular, ya que integra de manera directa la capacidad del sistema nervioso de reclutar unidades motoras de alto umbral para generar fuerza y aplicarla horizontalmente de forma rápida en cada zancada en espacios de tiempo que oscilan en 120 a 200 ms. En el patinaje, aplicar fuerza horizontal permite un mayor desplazamiento y propulsión, así que dicha prueba podría ser de gran utilidad, por lo que se ha propuesto como KPI (Gonzalez Badillo & Ribas Serna, 2019; Kurosaki et al., 2025; Pleša et al., 2022; Wild et al., 2011; Wu et al., 2025).

En relación con lo anterior, esta capacidad de aceleración requiere un considerable cambio en la velocidad, que está condicionado por el impulso ($\text{fuerza} \times \text{tiempo}$) y la rapidez de producir fuerza, por tanto para ser más rápido en un sprint se requiere aplicar una considerable fuerza en un breve periodo, que equivale a aplicar más fuerza en menos tiempo y a mayor velocidad, así que cualquier variación en el sprint puede ser un indicador de cambio en la RFD, e inclusive es un indicador para medir la RFD concéntrica, ya que las acciones musculares ocurridas en la aceleración son concéntricas (Gonzalez Badillo & Ribas Serna, 2019; Kurosaki et al., 2025)

La RCV es la interacción entre la carga levantada y la velocidad de desplazamiento con que se mueve dicha carga. Esta variable ha demostrado una asociación fuerte con los diferentes porcentajes de la repetición máxima (RM) cuando se realiza una regresión lineal a partir del perfil carga velocidad (PCV). Cabe resaltar que a través del PCV se podría estimar de forma muy precisa la 1RM en cada sesión, midiendo la velocidad a la que se desplaza una carga submáxima. Teniendo en cuenta lo anterior los PCV son una herramienta rápida y segura para evaluar la RCV, reduciendo la aplicación de pruebas dispendiosas de esfuerzo y tiempo para el deportista, como lo es la RM y consiguiendo ajustar la carga diaria al esfuerzo real (Banyard et al., 2018; Garcia-Ramos & Slobodan, 2018; Hughes et al., 2018; Marston et al., 2022).

La presente investigación abordará un vacío en la literatura científica relacionada con falta de estudios con control de maduración y dosificación objetiva con relación a la carga de entrenamiento controlada por medio del VBT en patinaje femenino juvenil cucuteño. Por otro lado, está alineada con los objetivos de desarrollo sostenible 3, 4 y 5 propuestos por la ONU. Salud y bienestar, educación de calidad e igualdad de género. Además, el diseño de este programa permite ser un complemento multidisciplinar garantizando la participación ciudadana y el establecimiento de un sistema de seguimiento y evaluación como se contemplan en el plan de desarrollo municipal de la ciudad de Cúcuta (2024- 2027).



En consecuencia, la evaluación del rendimiento atlético y neuromuscular mediante el seguimiento de KPI como cambios en las velocidades de desplazamiento ante las cargas propuestas y de manera concomitante en el RCV, sprint y altura en el salto vertical pueden ser implementados como un sistema de seguimiento y evaluación por su sensibilidad para detectar cambios en el rendimiento neuromuscular. Además, el control y dosificación de la carga mediante PCV puede individualizar las sesiones de fuerza y evaluar el impacto del programa basado en el LTAD.

Atendiendo a la necesidad de una población específica, este estudio aplicará un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas basado en el control de la velocidad y LTAD en niñas cucuteñas de 11 a 13 años permitiendo bienestar, seguridad y fortalecimiento de las prácticas deportivas del patinaje nortesantandereano mediante la investigación científica.

En definitiva, se propone un programa de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad y LTAD con control de maduración (estado madurativo) en niñas patinadoras cucuteñas de 11 y 13 años, ya que la falta de estudios que aborden esta temática representa una limitación para entrenadores y preparadores físicos, dificultando la toma de decisiones basada en evidencia científica en los procesos de formación o rendimiento deportivo en población pre puberal y puberal.

Por consiguiente, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de un programa de entrenamiento de 16 semanas basado en el modelo LTAD y el control de la velocidad sobre el rendimiento atlético y neuromuscular, medido a través de los KPI (CMJ, SJ, Vel20m y RCV), en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años?



Se plantea la siguiente hipótesis: un programa de entrenamiento de 16 semanas basado en el control de la velocidad mediante VBT y bajo el modelo LTAD inducirá mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento atlético y neuromuscular de patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años, evidenciadas a través de los KPI propuestos (CMJ, SJ, Vel20m y RCV), con respuestas diferenciadas según el estado madurativo de cada deportista.

Hipótesis nula: un programa de entrenamiento de 16 semanas basado en el control de la velocidad mediante VBT y bajo el modelo LTAD no producirá mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento atlético y neuromuscular de patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años, evidenciadas a través de los KPI propuestos (CMJ, SJ, Vel20m y RCV), ni se observarán respuestas diferenciadas según el estado madurativo de cada deportista.

Esta investigación tiene como objetivo analizar el efecto de un programa de entrenamiento de 16 semanas basado en el control de la velocidad y en el LTAD sobre el rendimiento atlético y neuromuscular en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años. Para llevar a cabo este objetivo, se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1. Caracterizar el estado madurativo y el perfil de rendimiento neuromuscular inicial por medio de la predicción de la desfase de la maduración y la evaluación de KPI. 2. Diseñar un programa de entrenamiento de 16 semanas basado en el modelo LTAD y el VBT, adaptado al estado madurativo. 3. Aplicar el programa garantizando el control de la carga por medio del VBT en el grupo cerca al PHV, o (C). 4. Evaluar el efecto de la intervención sobre los KPI propuestos.



METODOLOGÍA

Diseño de estudio

Se realizó un estudio cuasiexperimental con dos grupos no equivalentes diferenciados por estado madurativo (cerca y lejos al PHV), de alcance explicativo, siguiendo el método cuantitativo, orientado a analizar el efecto de un programa de entrenamiento de 16 semanas sobre patinadoras cucuteñas. La asignación a los grupos no fue aleatoria, sino que respondió al estado madurativo de cada deportista determinado mediante la desfase de maduración. Cada grupo recibió un programa de entrenamiento adaptado a dicho estado. El grupo Cerca (C) contó adicionalmente con el control de la velocidad mediante VBT en cada sesión como herramienta de dosificación individualizada de la carga. Contó con un diseño pre-post sin grupo control externo y de corte longitudinal. Es necesario reportar que, la distribución asimétrica entre grupos ($n=7$ grupo Cerca y $n=3$ grupo Lejos) es una limitación inherente a la disponibilidad de la muestra en el contexto del patinaje de la ciudad de Cúcuta. Los análisis comparativos entre grupos derivados del modelo lineal mixto deben interpretarse con especial cautela, dado que un tamaño muestral de $n=3$ en el grupo Lejos reduce el poder estadístico del análisis e incrementa la probabilidad de cometer un error tipo II.

Participantes

La muestra fue seleccionada por conveniencia y se conformó por 10 patinadoras cucuteñas de diferentes clubes de patinaje de la región, con edades entre 11 a 13 años, asignadas en 2 grupos por estado madurativo (Lejos y Cerca). Grupo lejos (L) estuvo conformado por ($n=3$; edad $11,5 \pm 0,2$ años), con su respectivo promedio y desviación estándar. Grupo cerca (C) ($n=7$; edad $13,4 \pm 0,6$ años). La distribución de los grupos por PHV se realizó a partir del cálculo de la desfase de maduración, estimado mediante la ecuación de Mirwald (2002, como se citó en Castellanos Carbonell, 2021).

La ecuación para calcular la desfase de maduración es la siguiente:

Maturiy Offset

$$= -9,376 + 0,0001882 * (LP * TS) + 0,0022 * (E * LP) + 0,005841 * (E * TS) \\ - 0,002658 * (E * MC) + 0,07693 * \left(\frac{MC}{Est}\right)$$

LP = longitud pierna (estatura – talla sentado), TS = talla sentado, E = edad; MC = masa corporal, EST = estatura.

De acuerdo con la ecuación, se clasificó a las patinadoras según la proximidad al PHV, considerando (L) a aquellas con valores más negativos de la desfase de maduración (-2,46 a -3,0 años) y (C) a las que presentaban valores más cercanos a cero, reflejando un mayor acercamiento al periodo de crecimiento máximo (-0,85 a -1,87 años).

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión fueron: más de 2 años experiencia en patinaje, entrenar al menos 3 días a la semana el deporte y no tener experiencia en el entrenamiento de fuerza, tener entre 11 a 13 años, aval médico para la participación, asentimiento y consentimiento informado previamente firmado y estar vinculada a un club de patinaje de Cúcuta. Se excluyeron a las deportistas que: presentaran alguna lesión musculoesquelética que les impidiera realizar tanto las pruebas como las sesiones, que los padres las retiraran voluntariamente y que entrenaran o realizaran un programa de fuerza en otro gimnasio o con otro entrenador y se abstuvieran de interrumpirlo.

Instrumentos y medidas

Para el desarrollo de este estudio se emplearon instrumentos y pruebas con validez y fiabilidad en el entrenamiento deportivo y con énfasis en la medición del rendimiento neuromuscular con el propósito de garantizar precisión, consistencia y seguridad en los procedimientos realizados.



La masa corporal se midió con una báscula de bioimpedancia tipo (Omron HBF-514C) y la estatura y talla sentada se realizó con un tallímetro de pared enrollable (SECA206). La altura del CMJ y SJ junto con el SPRINT se evaluaron con las aplicaciones móviles My Jump Lab y Foto Finish, ya que el uso de estas herramientas tecnológicas y de bajo costo han presentado una alta validez y confiabilidad en la medición de saltos y velocidad de carrera y son comúnmente usadas para dicho fines en investigación deportiva (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Balsalobre-Fernández & Varela-Olalla, 2024; Darío et al., 2025; Gençoğlu et al., 2023; Marco-Contreras et al., 2024). Cabe resaltar que, los dispositivos utilizados para el sprint fueron enlazados mediante bluetooth para garantizar la sincronización cronométrica entre puertas. El análisis de la RCV y la construcción de PCV se midió por medio de la velocidad de desplazamiento con la métrica VMP usando un encoder lineal de la marca española ADR, quienes han mostrado validez y fiabilidad tanto para el instrumento como para la VMP (Lopez-Torres et al., 2025).

Procedimiento

El programa de entrenamiento constó de un total de 32 sesiones (dos por semana). Las sesiones 1 a 4 se usaron como periodo de familiarización y estandarización de la técnica de los movimientos a evaluar, ya que las participantes no presentaban experiencia previa en el entrenamiento de fuerza, dominio técnico de los ejercicios evaluados, además evidenciaron dificultades iniciales en el control motor y en la ejecución de movimientos básicos como los saltos verticales. Esto fue necesario para favorecer el aprendizaje motor y reducir cualquier error en las mediciones por variabilidad intra sujeto en las técnicas de dichas pruebas, garantizando fiabilidad en los resultados.



Las mediciones del CMJ, SJ y SPRINT (Vel20m) se realizaron entre la sesión 5 y 6, mientras que la RCV y la construcción del PCV individual entre la 7 y 8. Cada deportista realizó dos intentos de CMJ y SJ, se seleccionó el mejor de los intentos. Se optó por dos intentos en lugar de tres considerando el bajo nivel de entrenamiento de la población evaluada, en la cual un tercer intento podría inducir fatiga acumulada y afectar la calidad de la ejecución técnica, sin aportar información adicional relevante para el objetivo del estudio. Se asignaron descansos de 60 segundos entre cada intento para el CMJ y 90 segundos para el SJ. Entre pruebas se estableció una pausa de 3 minutos. Para la medición del CMJ y SJ se tomaron como referencia los procedimientos aplicados por (McInnis & Donahue, 2024).



El Sprint se evaluó en un escenario deportivo de fútbol, cuyo terreno era de césped tipo sintético. Se resalta que, esta superficie fue seleccionada por ser la más accesible y disponible para las patinadoras participantes de la investigación, además se garantizaron condiciones homogéneas de evaluación para todas las deportistas a lo largo de las mediciones. No obstante, se reconoce que esta superficie introduce una limitación de especificidad biomecánica respecto a la técnica propia del deporte, aspecto que se discute en la sección de limitaciones del estudio. Se seleccionó esta prueba en lugar de una prueba específica de velocidad sobre patines y en pista considerando que las participantes se encuentran en una categoría de transición, proviniendo de un nivel recreativo hacia uno más competitivo; realizar una prueba de sprint sobre patines en pista podría comprometer la integridad física de las deportistas, exponiéndolas a caídas u otros accidentes inherentes a la práctica del patinaje a alta velocidad, con el riesgo adicional de reducir el tamaño de la muestra ante una eventual lesión. Por tanto, se tomó la decisión de evaluar un indicador clave de rendimiento relacionado no solo con el rendimiento en pruebas de patinaje de velocidad sobre ruedas, sino también con el rendimiento atlético general, en concordancia con los principios del modelo LTAD, dado que en esta etapa del desarrollo deportivo se requiere potenciar las capacidades atléticas fundamentales que sustentan el desempeño en múltiples disciplinas y no exclusivamente en el patinaje (Granacher et al., 2016; Lesinski et al., 2016; Lloyd et al., 2015, 2024; Till et al., 2021; Varghese et al., 2022)



Cada deportista debía correr con calzado deportivo cómodo una distancia de 20 metros a la máxima velocidad. La distancia se midió con un decámetro y el recorrido fue lineal. Se establecieron dos conos, para la salida y llegada. Hacia la derecha desde el punto de salida midieron 150 cm y allí se colocó un trípode con un celular marca iPhone 11 que sería la primera puerta para medir y lo mismo para el punto de llegada, aquí se empleó un iPhone 10 xs. Las participantes realizaron tres intentos y se registró el mejor tiempo. Ambos dispositivos fueron sincronizados mediante conexión bluetooth y funcionaron como puertas cronométricas, registrando el tiempo de manera coordinada a través de la aplicación Foto Finish. Las participantes realizaron tres intentos y se registró el mejor tiempo.

La medición de la RCV y la construcción del PCV se realizó con un test de cargas incrementales, que comprendía el 10 (C10%), 25 (C25%), 40 (C40%) y 55% (C55%) de la masa corporal de la deportista. Dicha carga se ajustó de forma precisa para que representara el porcentaje evaluado. La VMP se evaluó en la sentadilla con barra atrás realizando 5 repeticiones para la primera y segunda carga, 3 repeticiones para la tercera y 1 repetición para la última carga. Cabe resaltar que, no se siguió un protocolo existente en la literatura para definir el número de repeticiones por carga, ya que estos protocolos están diseñados generalmente para poblaciones entrenadas y no tienen en cuenta las características de niñas de 11 a 13 años, las cuales no tienen experiencia previa en el entrenamiento de fuerza. Este esquema decreciente de repeticiones se diseñó considerando dicha población, buscando minimizar la fatiga acumulada ante cargas progresivamente mayores y garantizando un número suficiente de repeticiones en las cargas más livianas para un registro confiable de la velocidad. Se seleccionó la repetición más rápida de las realizadas y esto se realizó para la primera, segunda y tercera carga. Para el modelado regresivo y el PCV se usó una hoja de cálculo personalizada en Excel para cada uno, basada en el estudio de (García-Ramos & Slobodan, 2018)



Programa de entrenamiento

Grupo Cerca

El programa de entrenamiento de 16 semanas estuvo dividido en tres fases: general (fase 1), específica (fase 2), competición (fase 3). Cada una, estuvo modulada por la carga del entrenamiento (repeticiones por serie, series, velocidad de desplazamiento y cantidad de ejercicios) para los ejercicios propuestos y se manejó un modelo de programación de intensidad estable. De acuerdo con González Badillo & Ribas (2019) este modelo es ideal para principiantes y se debería usar durante los primeros años de la etapa deportiva porque permite tener estable la intensidad relativa (sin cambios). Es decir, utiliza durante un ciclo de entrenamiento la misma intensidad relativa o %RM, por ejemplo 30%RM y este se mantiene hasta terminar el programa. Además, estos autores recomiendan que se disminuyan las repeticiones, evitando realizar las máximas posibles. En lugar de esto, realizar la mitad o menos de las repeticiones posibles, con el fin de controlar la fatiga neuromuscular acumulada, preservar la calidad de la ejecución técnica y la velocidad de desplazamiento de la carga en cada sesión. La duración del programa de entrenamiento se ajustó a las recomendaciones de estos mismo autores, quienes aconsejan entre 12 a 16 semanas como un tiempo apropiado para inducir cambios en el rendimiento.

Por otro lado, hay una relación inextricable y extremadamente estrecha entre la intensidad relativa y la velocidad a la que se desplaza dicha carga. Así que, usando la velocidad de desplazamiento de la primera repetición, como control de la carga, se puede ajustar la intensidad absoluta (carga) que corresponda a dicho porcentaje y tener una programación más objetiva de la intensidad o el grado de esfuerzo para la sesión. En cuanto al volumen por serie (repeticiones), y siguiendo las pautas de los autores mencionados en líneas anteriores, las repeticiones disminuyeron en cada fase del programa (Conceição et al., 2016; Gonzalez Badillo & Ribas Serna, 2019; González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010b; Loturco et al., 2025).



En resumen, las repeticiones por serie iban disminuyendo a lo largo de las 16 semanas, mientras que la intensidad relativa (%RM) estuvo estable y fue controlada por medio de la velocidad de ejecución para el ejercicio de la sentadilla con barra, ajustando la intensidad absoluta en cada sesión para que correspondiera con la intensidad relativa programada.

Se realizaron dos sesiones semanales, llevadas a cabo los días lunes (sesión 1) y miércoles (sesión 2), cada sesión tenía un entrenamiento diferente, es decir entrenamiento 1 para la sesión 1 y entrenamiento 2 para la sesión 2 y se programaron diferentes tipos de ejercicios como sentadilla, press de hombro, zancadas, peso muerto, dominadas modificadas, derivados olímpicos (arranque modificado, arranque colgado), el termino modificado se refiere a una variación en el ejercicio, que corresponde a una menor complejidad de ejecución.

Además, de diferentes tipos de pliométricos, desde tradicionales (saltos en el sitio, de pie, múltiples saltos a una pierna y saltos de caída desde una altura, como los *drop jumps*), asistidos (cuando el salto es asistido por una banda elástica y resistidos (cuando los saltos se realizan con cargas externas adicionales). La selección de ejercicios y modalidades pliométricas estuvo guiada por la evidencia científica, garantizando la pertinencia metodológica y la seguridad en su aplicación (Baker, 1996; González Badillo & Ribas Serna, 2002; Kons et al., 2023; Makaruk et al., 2020; Suchomel et al., 2018).

Por otro lado, los entrenamientos para la fase 2 se modificaron en algunos aspectos: se mantuvo gran parte de los ejercicios a lo largo del ciclo de entrenamiento y a otros se les realizaron algunas variaciones, para manipular la complejidad y aumentar la dificultad de ejecución. Desde agregar componentes como saltos de caída o vallas, cambiar la carga externa (pasar de un disco a una barra). Por ejemplo, el CMJ, en la fase 2 se modificó a un salto de caída (*drop jump*). Pasando de un salto en el sitio, a caer desde una altura y saltar lo más rápido posible (ver tabla 5, salto de caída).



La dinámica de carga en las sesiones fue cambiando a lo largo de las fases del programa, se arrancó una fase orientada a un volumen mayor por serie (repeticiones) y menor complejidad en los ejercicios (arranque modificado, saltos sin ninguna carga y en el sitio, como el CMJ) hacia una fase final de menor volumen por serie y mayor complejidad en ejercicios (arranque desde las rodillas con barra cargada, con una carga total de 5,8 kg, pliométricos resistidos y asistidos). En la fase 3 se realizó un mismo entrenamiento para las dos sesiones, para más detalle, ver tabla 6.

Grupo Lejos

El programa de entrenamiento en este grupo conservó algunas características similares al anterior (sesiones, entrenamientos y dinámica de carga), en cuanto a la complejidad de los ejercicios, se realizaron ligeras variaciones, por ejemplo aumentar la carga en el CMJ o adicionar una valla pequeña para los saltos laterales a una pierna (ver tabla 12) y otros ejercicios como la sentadilla se mantuvieron durante dicho programa.

El volumen por serie, en la fase 1 inicio con 15 repeticiones, sobre la fase 2 se redujo a 10 repeticiones y se mantuvo igual para la fase 3. La intensidad absoluta (carga) se programó en 5 kg (fase 1) y 10 kg (fase 2 y 3). Es necesario aclarar que, estas cargas corresponden al 19% y 30% del RM calculado en el PCV. En conclusión, el volumen y la intensidad relativa (%RM) sufrió cambios entre la fase 1 y 2 con una tendencia a estar estable entre la fase 2 y 3.

Por otro lado, en este grupo no hubo control ni medición de la velocidad de desplazamiento en el ejercicio de la sentadilla durante las sesiones, solamente en los momentos evaluativos (semana 8, 12 y 16), esto quiere decir que con la ausencia del VBT no se logró ajustar la carga en tiempo real, en consecuencia se fijaron dichas cargas para todo el ciclo de entrenamiento.



La decisión de no implementar VBT en este grupo se basó en las sugerencias de varios autores (Drury et al., 2019; Lesinski et al., 2016; Till et al., 2021), quienes proponen que un programa de entrenamiento basado en LTAD para el estado madurativo de las niñas (lejos del PHV) debería centrarse en una fase explorativa que comprende una variedad de ejercicios que ayuden a mejorar las competencias motoras atléticas, desarrollar competencia técnica (refinar la técnica de los movimientos), aprender a absorber la fuerza mediante una adecuada técnica de aterrizaje a través de diferentes saltos, implementación de ejercicios de carga libre (sentadilla, press de hombros) y buscando desarrollar la resistencia muscular por medio de su propia masa corporal.

Además, esta fase del PHV debe enfocarse en ejecuciones controladas y consistentes, más que en un control minucioso de la carga o en la generación de altos niveles de esfuerzo concéntrico. Bajo esta lógica, aparece una contradicción con el VBT, ya que este se asocia con la intención de mover la carga a la mayor velocidad posible, es decir un mayor esfuerzo en la fase concéntrica. Así que una mayor exigencia en la porción concéntrica del movimiento, no iría en sincronía con la evidencia científica, ni con las recomendaciones de dichos autores (Drury et al., 2019; Granacher et al., 2016; Till et al., 2021).



Tabla 2 Programación del ciclo de entrenamiento Grupo Cerca

Fase	General (fase 1)	Específica (fase 2)	Competencia (fase 3)
Dinámica y/o tendencia de la carga	Mayor repeticiones/series Menor complejidad en la ejecución	Disminución de las repeticiones/series Complejidad moderada en la ejecución	Menor repeticiones/series Mayor complejidad en la ejecución
Velocidad de desplazamiento de la 1 rep	1,06 – 1,0 m/s	1,06 – 1,0 m/s	1,06 – 1,0 m/s
Pérdida de velocidad en la serie	15-10%	10%	10-5%
Repeticiones estipuladas por serie	15	10	6
Intensidad relativa (%RM)	30-40	30-40	30-40
Mes	Agosto a septiembre	Octubre a noviembre	Noviembre a diciembre
Cantidad de semanas por fase	8	5	3
Información de la fase	Familiarización: semana 1 a 4 Pruebas iniciales: semana 4	Medición y control: semana 12	Medición y control: semana 16 Pruebas finales

Tabla 3 Programación del ciclo de entrenamiento Grupo Lejos

Fase	General (fase 1)	Específica (fase 2)	Competencia (fase 3)
Dinámica y/o tendencia de la carga	Mayor repeticiones/series Menor complejidad en la ejecución	Disminución de las repeticiones/series Complejidad moderada en la ejecución	Mismas repeticiones/series Mayor complejidad en la ejecución
Intensidad absoluta (kg)	5	10	10
Repeticiones estipuladas por serie	15	10	10
Intensidad relativa (%RM)	19	30	30
Mes	Agosto a septiembre	Octubre a noviembre	Noviembre a diciembre
Cantidad de semanas por fase	8	5	3
Información de la fase	Familiarización: semana 1 a 4 Pruebas iniciales: semana 4	Medición y control: semana 12	Medición y control: semana 16 Pruebas finales

Sesiones de entrenamiento Grupo Cerca

Tabla 4 Sesión 1 Fase 1 (General)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	15 reps	2 sets
<u>CMJ</u>	8 reps	2 sets
<u>SJ</u>	8 reps	2 sets
<u>Arranque modificado</u>	10 reps; 2,7 kg	2 sets
<u>Salto a una pierna</u>	10 reps/pierna	2 sets
<u>Peso muerto con pesa rusa</u>	15 reps	2 sets
<u>Ascensos laterales en caja</u>	12 reps/pierna; 5,5 kg	2 sets
<u>Press de hombros sentado</u>	15 reps; 5,5 kg	2 sets

Nota: sesión 1, día 1 programada en la fase 1. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30



Tabla 5 Sesión 1 Fase 2 (Específica)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	10 reps	3 sets
<u>Caída en caja (drop jump)</u>	6 reps	3 sets
<u>Caída a una pierna y salto a valla</u>	6 reps	3 sets
<u>Arranque colgado con barra</u>	5 reps	3 sets
<u>Salto a caja desde sentado</u>	5 reps	3 sets
<u>Peso muerto con pesa rusa</u>	12 reps; &	2 sets
<u>Ascensos laterales en caja</u>	6 reps/pierna; \$	2 sets
<u>Press de hombros sentado</u>	12 reps; \$	2 sets

Nota: sesión 1, día 1 programa en la fase 2. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30; &: aumentar carga de forma moderada, sin afectar la calidad de la técnica; \$: aumentar la complejidad, cambiando la carga externa por una barra (7,5 kg).



Tabla 6 Sesión única para ambos días Fase 3 (Competencia)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	6 reps	3 sets
<u>Salto lateral cargado y asistido con banda</u>	6 reps/pierna; 4 kg	3 sets
<u>Caída a una pierna y salto a valla</u>	6 reps/pierna	3 sets
<u>Arranque colgado con barra</u>	5 reps	3 sets
<u>Salto a vallas de 30 cm</u>	3 reps (4)*	3 sets
<u>Triple salto continuo desde sentado en caja</u>	3 reps*	3 sets
<u>Sprint de saltos laterales en cuña</u>	15 seg	3 sets

Nota: sesión única para ambos días de entrenamientos programada en la fase 3. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada, además el numero en paréntesis representa la cantidad de vallas a usar. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 3:30. * este símbolo representa que saltar todas la vallas equivale a 1 rep, al igual que el triple salto (saltar tres veces, es 1 rep).



Tabla 7 Sesión 2 Fase 1 (General)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	15 reps	2 sets
<u>Salto de longitud</u>	8 reps	2 sets
<u>Empuje lateral</u>	8 reps	2 sets
<u>Arranque modificado</u>	10 reps	2 sets
<u>Salto lateral a una pierna</u>	8 reps/pierna	2 sets
<u>Peso muerto con pesa rusa</u>	15 reps	2 sets
<u>Ascensos cruzados en caja</u>	12 reps/pierna; 5,5 kg	2 sets
<u>Dominadas modificadas en rack</u>	15 reps	2 sets

Nota: sesión 2 para el día 2, programada en la fase 1. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30



Tabla 8 Sesión 2 Fase 2 (Específica)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	10 reps	3 sets
<u>Caída lateral a una pierna con empuje</u>	6 reps/pierna	3 sets
<u>Salto laterales cargados</u>	10 reps; 5,5kg	3 sets
<u>Arranque colgado con barra</u>	5 reps	3 sets
<u>Salto de longitud continuo</u>	3 reps	3 sets
<u>Peso muerto con pesa rusa</u>	12 reps; &	2 sets
<u>Ascensos cruzados en caja</u>	6 reps/pierna; \$	2 sets
<u>Dominadas modificadas en rack</u>	12 reps	2 sets

Nota: sesión 2, día 2 para la fase 2. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30; &: aumentar carga de forma moderada, sin afectar la calidad de la técnica; \$: aumentar la complejidad, cambiando la carga externa por una barra o una carga equivalente (7,5 kg). * saltar tres veces, es 1 rep.



Sesiones de entrenamiento Grupo Lejos

Tabla 9 Sesión 1 Fase 1 (General)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	15 reps	2 sets
<u>Press de hombros sentado</u>	15 reps; 5,5 kg	2 sets
<u>CMJ</u>	8 reps	2 sets
<u>Salto a una pierna</u>	10 reps/pierna	2 sets
<u>Ascensos laterales en caja</u>	10 reps/pierna; 5,5 kg	2 sets
<u>Flex-Ext-Abd de hombro en prono</u>	20 reps; *	2 sets

Nota: sesión 1, día 1, programada para la fase 1. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30. * los tres movimientos es 1 rep.



Tabla 10 Sesión 1 Fase 2 y 3 (Específica y Competencia)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	10 reps	3 sets
<u>Press de hombros sentado</u>	12 reps; 5,5 kg	3 sets
<u>CMJ cargado</u>	5 reps; 5,5 kg	3 sets
<u>CMJ con salto a caja</u>	5 reps	3 sets
<u>Ascensos laterales en caja</u>	10 reps/pierna; 5,5 kg	3 sets
<u>Flex-Ext-Abd de hombro en prono</u>	20 reps; *	2 sets

Nota: sesión 1, día 1, programada para la fase 2 y 3. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30. * los tres movimientos es 1 rep.



Tabla 11 Sesión 2 Fase 1 (General)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	10 reps	2 sets
<u>Dominadas modificadas en rack</u>	12 reps	2 sets
<u>Empuje lateral</u>	15 reps	2 sets
<u>Salto laterales a una pierna</u>	8 reps/pierna	2 sets
<u>Ascensos cruzados en caja</u>	10 reps/pierna; 5,5 kg	2 sets
<u>Salto de longitud</u>	8 reps	2 sets
<u>Flex-Ext-Abd de hombro en prono</u>	20 reps; *	2 sets

Nota: sesión 2, día 2, programada para la fase 1. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30. * los tres movimientos es 1 rep.



Tabla 12 Sesión 2 Fase 2 y 3 (Específica y Competencia)

Ejercicio	Repeticiones	Series
Sentadilla con barra	10 reps	3 sets
<u>Dominadas modificadas en rack</u>	12 reps	3 sets
<u>Empuje lateral</u>	10 reps	3 sets
<u>Salto lateral a una pierna sobre valla</u>	2 reps/pierna (4)	3 sets
<u>Ascensos cruzados en caja</u>	10 reps/pierna; 5,5 kg	2 sets
<u>Salto de longitud continuo</u>	3 reps	3 sets

Nota: sesión 2, día 2, programada para la fase 2 y 3. Remitimos al lector a visualizar el video de cada ejercicio situando el cursor en el nombre del ejercicio y siguiendo las instrucciones. En la columna repeticiones se encuentra la cantidad a realizar por cada serie y junto a ella la carga empleada, el numero en paréntesis representa la cantidad de vallas a usar. Algunos ejercicios se deben realizar por cada pierna, así que las repeticiones asignadas deben realizarse en cada pierna. El orden de los ejercicios se realiza de acuerdo a la tabla. Cada ejercicio debe completarse en su totalidad (repeticiones y series prescritas) antes de proceder al siguiente. Descanso entre serie: 2:30.

Aspectos Bioéticos

La investigación se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las disposiciones a nivel nacional de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que orienta las investigaciones con seres humanos, estableciendo el nivel de riesgo como mínimo, ya que las pruebas físicas aplicadas y el programa de entrenamiento no representan riesgos más allá de los relacionados a la práctica deportiva cotidiana. Por otro lado, se aseguró la confidencialidad de datos y el consentimiento o asentimiento informado de los participantes. Se controlaron factores de seguridad, confidencialidad, privacidad y anonimato. No existieron conflictos de interés ni financiamiento externo. El protocolo de este fue revisado y aprobado por el Comité de Ética e Integridad Científica de la universidad Santo Tomas de Tunja.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó con el software JAMOV versión 2.6.44. Inicialmente se realizó un análisis descriptivo de todos los KPI evaluados con el fin de caracterizar el comportamiento de los indicadores de rendimiento neuromuscular a lo largo de los diferentes momentos destinados a la evaluación del programa.

Para cada KPI se calcularon medias en los distintos tiempos de evaluación establecidos durante la intervención (semana 4, 8, 12 y 16). Este análisis permitió observar de manera preliminar los cambios en el rendimiento atlético y neuromuscular reflejados en la evolución de dichos indicadores CMJ, SJ, Sprint (Vel20m), carga del 10% (C10%), 25% (C25%), 40% (C40%) y 55% del masa corporal (C55%).

Posteriormente se calcularon las diferencias de medias entre los grupos madurativos (Cerca y Lejos al PHV) a lo largo de los diferentes momentos de la intervención. Este procedimiento permitió comparar la evolución del rendimiento entre ambos grupos considerando su estado madurativo y observando los cambios en los KPI a través del tiempo. Los resultados del modelado descriptivo se presentaron en tablas y figuras con el propósito de visualizar la tendencia de los cambios y facilitar la interpretación del comportamiento de los datos durante el programa de entrenamiento.

Finalmente, para evaluar estadísticamente el efecto del programa y considerar la naturaleza longitudinal de las mediciones repetidas, se utilizó un modelo lineal mixto. Este modelo permitió analizar factores fijos como el efecto del **tiempo**, del estado **madurativo** y la interacción **tiempo*maduración** sobre los KPI propuestos, además este modelo permitió tener en cuenta la variabilidad individual entre cada patinadora y considerar la dependencia de las mediciones dentro de cada sujeto, permitiendo estimaciones más precisas de los factores fijos sobre dichos KPI, por tanto este enfoque permitió inferir estadísticamente el efecto basándose en aspectos individuales como diferencias entre las patinadoras (intra sujeto).



El modelo se estructuró con el tiempo de evaluación (semana 4, 8, 12 y 16) y el grupo madurativo (Cerca y Lejos al PHV) como efectos fijos, y la identidad de cada deportista como efecto aleatorio, lo que permitió controlar la variabilidad intra-sujeto a lo largo de las mediciones repetidas. Esta elección es metodológicamente adecuada para diseños longitudinales, ya que el modelo lineal mixto no requiere que todos los sujetos tengan el mismo número de observaciones ni supone independencia entre medidas del mismo individuo, siendo más robusto que un ANOVA de medidas repetidas convencional ante muestras pequeñas y datos faltantes (como los valores ausentes en la semana 12 del Sprint).

En cuanto a los supuestos del modelo, la normalidad no se evaluó directamente sobre los datos brutos, sino sobre los residuos del modelo, como es habitual en este tipo de análisis. Esto es más adecuado porque, en realidad, lo que condiciona la validez de las inferencias es cómo se comportan los errores del modelo y no la distribución de las variables originales.

La significancia estadística de cada factor se determinó mediante valores p obtenidos del modelo, y un valor $p < 0,05$ se estableció como estadísticamente significativo, lo que permitió identificar si los cambios observados en los KPI estaban asociados al tiempo de intervención, al estado madurativo de las participantes o a la interacción entre ambos factores. Los resultados de este análisis se presentan en la tabla correspondiente de significancia estadística del modelo lineal mixto.



RESULTADOS

Tabla 13 Significancia estadística de modelo lineal mixto para los KPI

	Tiempo	Maduración	Tiempo*Maduración
	<i>Valor p</i>		
CMJ	<0,01*	0,758	0,353
SJ	<0,01*	0,830	0,084
Vel20m	<0,01*	0,144	0,276
C10%	<0,01*	0,137	0,056
C25%	<0,01*	0,693	0,297
C40%	<0,01*	0,325	0,402
C55%	<0,01*	0,089	0,037*

Nota: esta tabla muestra la significancia estadística de modelo lineal mixto para los KPI empleados para evaluar el rendimiento atlético y neuromuscular del programa de entrenamiento de 16 semanas en dichas deportistas. En esta tabla se asignó la fila principal superior a los factores fijos empleados el modelo estadístico, **tiempo, maduración y tiempo*maduración**; seguida de la del **valor p** y las demás asignadas a los **KPI**. El signo * en el **valor p** muestra las pruebas que alcanzaron la significancia estadística. CMJ: Salto con contramovimiento, SJ: salto sin contramovimiento, Vel20m: sprint en 20 metros, C10 al C55% son las cargas basadas en el porcentaje del peso del deportista usadas para el PCV.



Tabla 14 Diferencia entre medias para los grupos madurativos a los largo de los diferentes tiempos de la intervención

Tiempo	Maduración	CMJ	SJ	Vel20M	C10%	C25%	C40%	C55%
Sem_04	C	22,6	21,0	3,78	1,11	0,971	0,85	0,69
	L	22,6	20,1	3,84	1,12	0,950	0,79	0,56
Diferencia		0	0,9	-0,06	-0,01	0,02	0,06	0,13
Sem_08	C	25,0	23,4	3,82	1,29	1,12	1,02	0,82
	L	25,1	24,9	3,89	1,21	1,15	0,99	0,81
Diferencia		-0,1	-1,5	-0,07	0,08	-0,03	0,03	0,01
Sem_12	C	25,4	24,3	NaN	1,37	1,17	1,04	0,89
	L	25,5	23,1	NaN	1,21	1,11	0,93	0,69
Diferencia		-0,1	1,2	NaN	0,16	0,06	0,11	0,20
Sem_16	C	25,0	23,6	3,97	1,34	1,18	1,06	0,92
	L	23,1	22,7	4,18	1,20	1,14	0,99	0,72
Diferencia		1,9	0,9	-0,21	0,14	0,04	0,07	0,20

Nota: esta tabla muestra los valores medios de cada KPI a lo largo de los diferentes momentos de evaluación junto con la diferencias entre grupos. La columna **Tiempo** representa los diferentes momentos evaluativos. **Maduración** contiene los grupos (**C: cerca, L: lejos** del PHV). **CMJ a C55%** contiene los valores medios. Entre cada momento evaluativo esta la fila de **Diferencia**, estos valores en negrita se despliegan de izquierda a derecha. **Sem_04, Sem_08, Sem_12, Sem_16** representan los momentos de evaluación (semana 4, etc.). **NaN:** No se realizó la evaluación en la semana 12.



De acuerdo con el análisis estadístico, el factor tiempo tuvo significancia estadística para todos los KPI ($p < 0,01$), reflejando un efecto fuerte del programa de entrenamiento sobre el rendimiento atlético y neuromuscular a través de las 16 semanas. Cabe resaltar que para la prueba **Vel20m** el efecto del programa no tuvo un cambio favorable en el rendimiento de este KPI. En contraste se analizó una tendencia a aumentar los tiempos de carrera a lo largo del programa (figura 3).

La maduración no fue estadísticamente significativa en este estudio, lo que conduce a inferir que dicho programa influyó de forma similar entre los grupos de maduración biológica (C y L), en conclusión no hubo diferencias entre grupos pero el factor tiempo influyó positivamente en el rendimiento de las jóvenes deportistas (**CMJ, SJ, C10%, C25%, C40%, C55%**).

Por otro lado, **tiempo*maduración** no tuvo un efecto estadístico en **CMJ, Vel20m, C25% y C40%**. En contraste, C55% tuvo un efecto diferente a lo largo del tiempo para los grupos, indicando que la respuesta al entrenamiento en esta carga específica puede estar parcialmente modulada por el estado madurativo de las patinadoras.

Concordando con lo anterior, es necesario reportar que el SJ y C10% aunque estadísticamente no llegaron al umbral de significancia ($p = 0,084$ y $p = 0,056$) deben interpretarse con cautela, ya que se pueden asociar con una tendencia estadística a que la interacción **tiempo*maduración** pudiera ser diferente en estos KPI y que al igual que C55% los grupos respondieron y se adaptaron de forma diferente a lo largo del programa de entrenamiento, pudiendo estar influenciado por el estado madurativo y mostrando un rendimiento superior a lo largo del tiempo.

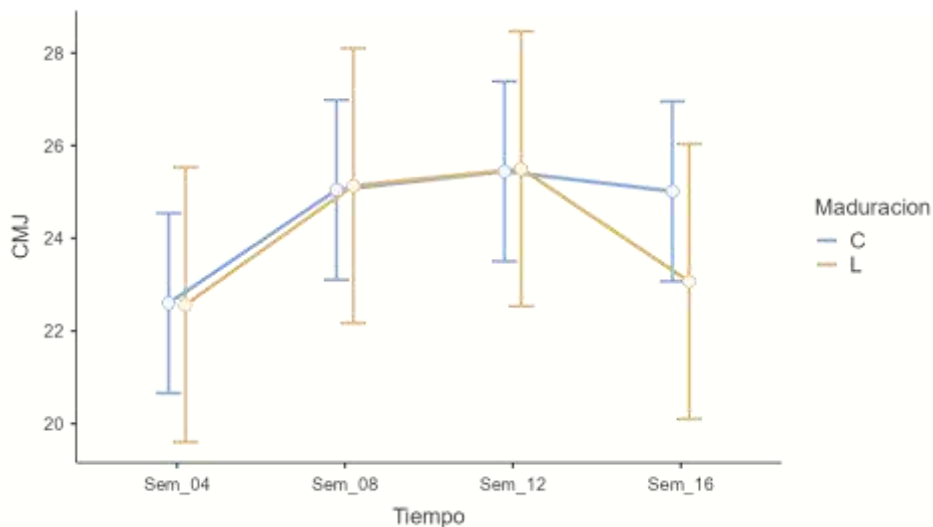
Sin embargo, la evidencia no es suficiente para confirmarlo de forma concluyente y esto puede estar influenciado por el tamaño de la muestra que a su vez le resta potencia estadística al análisis. Esto podría ser explorado a mayor profundidad en investigaciones futuras con muestras más grandes, permitiendo obtener datos más robustos y generar estimaciones más precisas sobre el efecto del **tiempo*maduración** en estos KPI en jóvenes patinadoras.



Diferencia de medias para los grupos en los KPI a lo largo de la intervención (figuras 1 a 7)

Figura 1

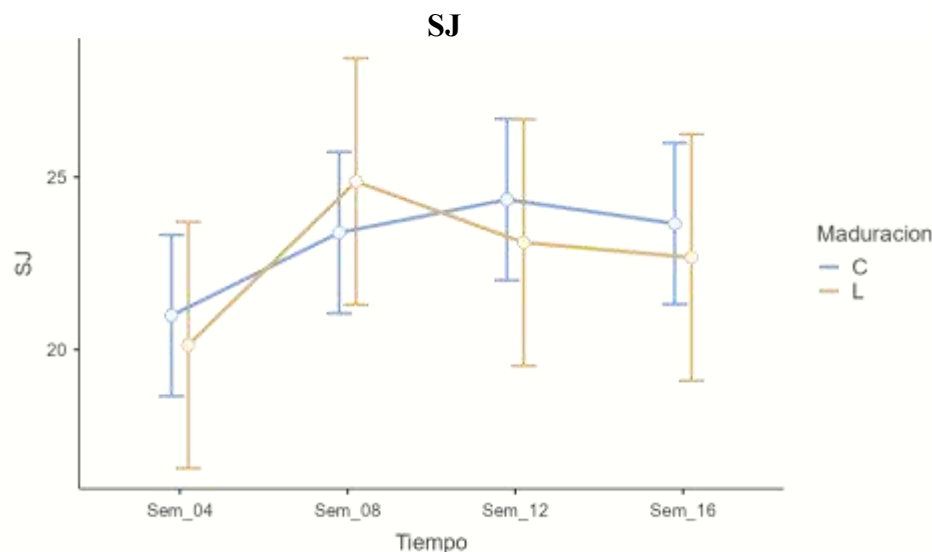
CMJ



Los valores del CMJ se expresan en centímetros (cm).

El aumento del rendimiento en el CMJ se puede apreciar de forma similar entre los grupos para las semanas 4 a 12 pero este progreso se mantuvo en (C), mientras que (L) tuvo una tendencia a caer y/o disminuir, reflejándose perdida en la altura para esta prueba.

Figura 2



En contraste con esto, el SJ muestra una tendencia a mejorar entre la semana 4 a 8 para el grupo lejos, evidenciando una diferencia entre medias de 1,5 cm (tabla 14). Sin embargo con el transcurso del tiempo esta mejora no se mantuvo y el desempeño empezó a disminuir entre la semana 12 y 16. Por otro lado, (C) arrancó con un valor mayor (21,0 cm) y la evolución del desempeño en esta prueba se manifestó de forma progresiva a lo largo del tiempo, con ligeros aumentos en la altura del salto y una breve caída al final de la intervención. De acuerdo con esto, (L) mostró mejoras al comienzo del programa pero no se mantuvieron, mientras que (C) incrementó el rendimiento de forma progresiva, con aumentos ligeros en la altura del salto.

Figura 3

Vel20m

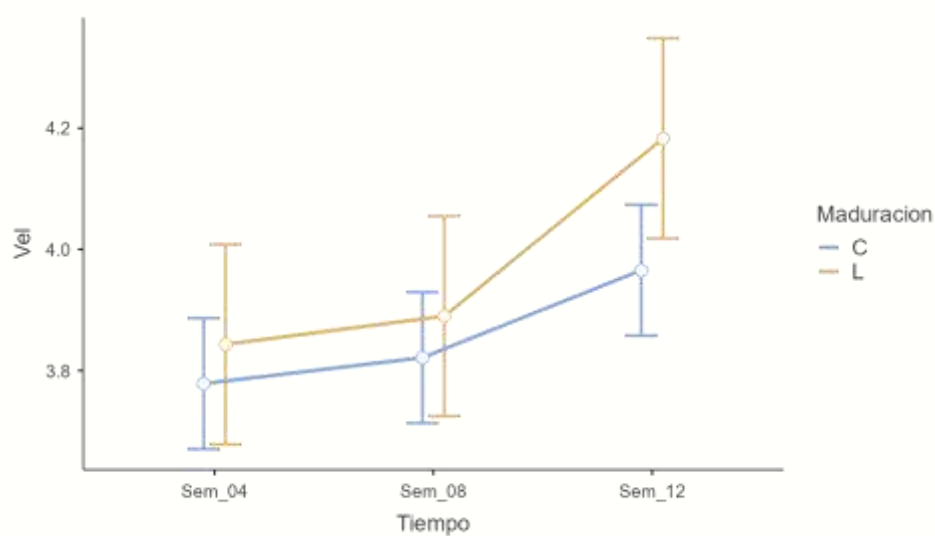
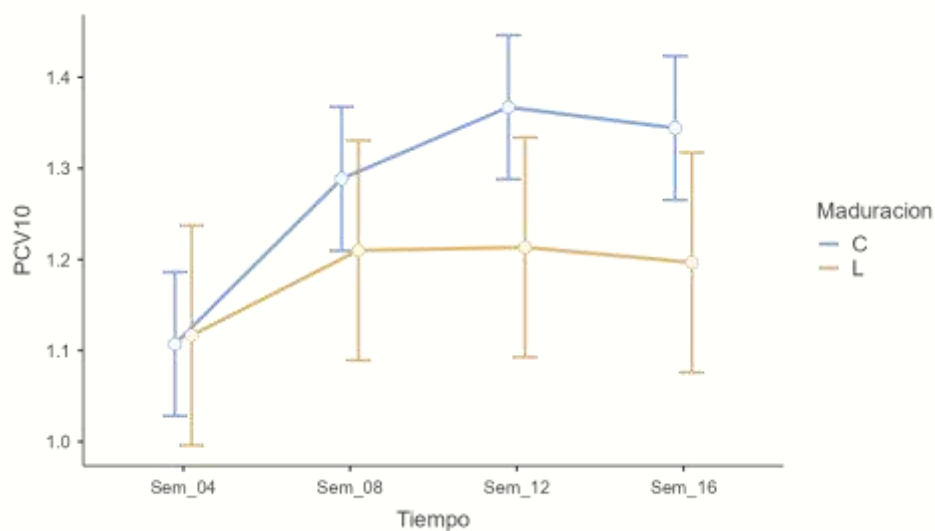


Figura 4

C10%



C10% manifestó un cambio similar entre la semana 4 y 8 para ambos grupos en las velocidades de desplazamiento (1,11 - 1,12 m/s; 1,29 - 1,21 m/s respectivamente). Sin embargo, en la semana 12 y 16 los cambios en la velocidad de desplazamiento fueron mayores para (C), en comparación con las semanas anteriores. (C) tuvo un mayor cambio en comparación con (L) (1,37 - 1,21 m/s; 1,34 - 1,20 m/s respectivamente) y las mejoras conseguidas para (L) se mantuvieron a través del tiempo (tabla 14).

Figura 5

C25%

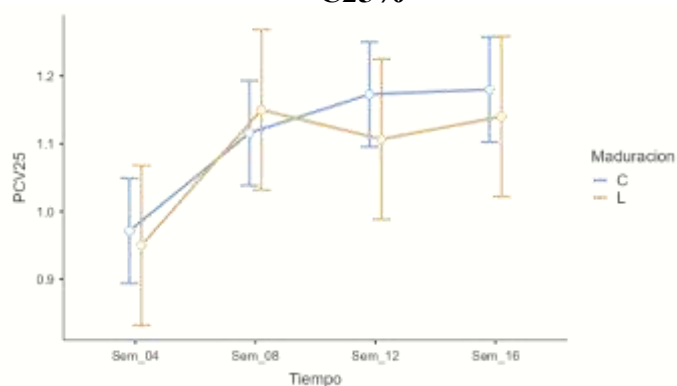
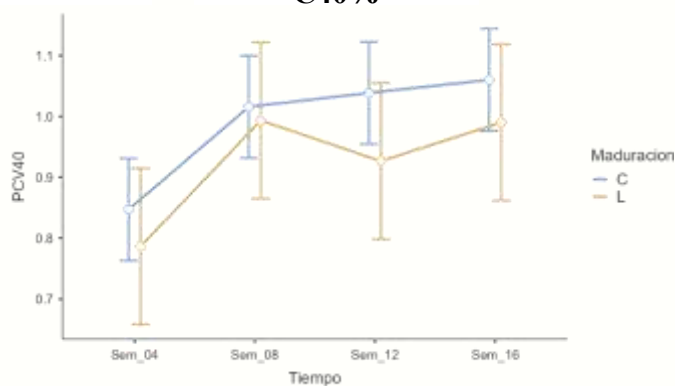


Figura 6

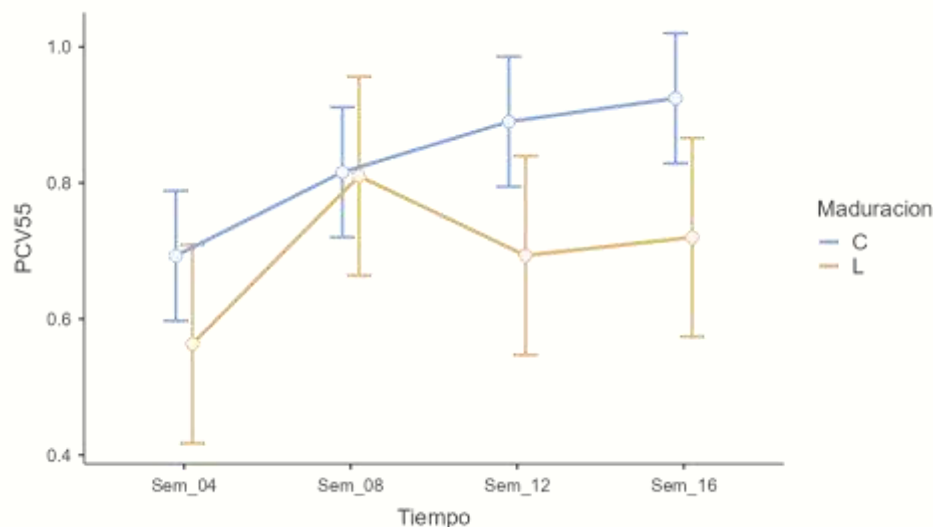
C40%



Para C25% la tendencia de mejora permaneció progresiva para (C). Además, en la semana 8 (L) expresó un ligero aumento en la velocidad en comparación de (C) (1,15 m/s - 1,12 m/s respectivamente), pero dicho rendimiento disminuyó durante las siguientes semanas, un desempeño que no se pudo sostener. En síntesis, hubo cambios en los valores medios para los momentos evaluativos, reflejando un efecto positivo y tendencia a mejorar a lo largo de las 16 semanas para ambos grupos, situación parecida se puede apreciar para C40%, figura 6.

Figura 7

C55%



C55% evidencio mayor variación en la diferencia de medias entre grupos para todos los momentos de evaluación, se destaca que en la semana 8 ambos grupos presentaron velocidades similares (0,81 m/s), sin embargo entre las semanas 12 y 16 las diferencias fueron mayores para (C) en comparación de (L) (0,89 - 0,69 m/s; 0,92 - 0,72 m/s respectivamente). El incremento conseguido en la semana 8 para (L) no se mantuvieron y específicamente se observó disminución del 14,4% entre la semana 8 (0,81 m/s) y la semana 12 (0,69 m/s). Posteriormente, se reflejó una pequeña recuperación en la semana 16 (0,72 m/s). Aun así, dicho valor represento una pérdida de 11,1% respecto al punto de referencia (semana 8).

Estos resultados evidencian una pronunciada pérdida del rendimiento en la velocidad de desplazamiento para la carga más pesada usada en el perfil carga velocidad (55% del masa corporal) en el grupo con un estado madurativo lejos del PHV. Sin embargo, en (C) se observó una mejora progresiva a lo largo del programa de entrenamiento. En comparación con la semana 4 (0,69 m/s), se manifestó un incremento del 17,7% en la semana 8 (0,82 m/s), del 28,4% en la semana 12 (0,89 m/s) y una mejora total del 33,3% en la semana 16 (0,92 m/s), mostrando una tendencia sostenida a aumentar el rendimiento en la velocidad de desplazamiento para dicha carga durante la intervención.

DISCUSIÓN

El propósito de la presente investigación fue analizar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas basado en el VBT y en el LTAD sobre el rendimiento atlético y neuromuscular en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años. Los resultados evidencian que el factor **tiempo** tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre todos los KPI evaluados, mostrando mejoras durante el tiempo de la intervención en la altura del CMJ, SJ y en la velocidad de desplazamiento para todas las cargas de la RCV (10, 25, 40 y 55% del masa corporal). Por otro lado, el sprint en 20 metros no presentó mejoras en el rendimiento a nivel general y hubo tendencia a empeorar a lo largo del tiempo (aumentar los tiempos de carrera).

La comparación directa de los resultados con investigaciones previas resulta limitada, dado que no se identificaron estudios que combinen el control de la maduración biológica mediante el PHV, el VBT y el modelo LTAD en patinadoras de velocidad sobre ruedas de 11 a 13 años a nivel nacional, ni regional. Esta ausencia de antecedentes directos representa una debilidad metodológica. Sin embargo, confirma el carácter pionero del presente estudio y subraya la necesidad de continuar generando evidencia científica en esta población específica.



El estado madurativo no tuvo efecto significativo sobre los indicadores evaluados, sin embargo la interacción **tiempo*maduración** evidenció cambios para C55% ($p = 0,037$). Pero, C10% no alcanzó el umbral estadístico ($p = 0,056$), esto sugiere que el programa de entrenamiento aplicado fue eficaz para inducir adaptaciones neuromusculares mediadas por el entrenamiento de la fuerza y el control de velocidad en jóvenes patinadoras de 11 a 13 años, independiente de su estado madurativo y cercanía al pico de crecimiento máximo.

El incremento en la capacidad de los saltos verticales observado es consistente con la evidencia científica que ha documentado el efecto del entrenamiento de la fuerza para mejorar la altura del salto y así mismo la rapidez para aplicar fuerza en población juvenil (Collins et al., 2019; Keiner et al., 2024; Luo et al., 2025; Ştef & Grosu, 2020; Suchomel et al., 2016; Yañez-Garcia et al., 2021)

Estudios previos han demostrado que la implementación de programas de entrenamiento de fuerza en dicha población produce mejoras significativas en esta capacidad debido a las adaptaciones neuromusculares como mayor reclutamiento de unidades motoras, aumento en la frecuencia de disparo y mejora en la coordinación intermuscular (Collins et al., 2019; González Badillo et al., 2015; González Badillo & Ribas Serna, 2019; Luo et al., 2025; Manuel et al., 2021; Moraga-Maureira et al., 2026; Oliveira et al., 2013; Sekulović et al., 2024; Ştef & Grosu, 2020; Suchomel et al., 2018).

Por tanto, el incremento en la altura del CMJ y SJ a lo largo de las 16 semanas fue influenciado por dicha intervención, optimizando la capacidad del sistema neuromuscular para aplicar fuerza en periodos muy breves, dicho de otra manera se mejoró la RFD, lo que es un indicador clave para el rendimiento en un deporte exigente como el patinaje de velocidad sobre ruedas (Gonzalez & Mendoza, 2017; Keiner et al., 2024; McCarthy & Franklin, 2003; Rodríguez-Rosell et al., 2018; Stuart & Cochrane-Snyman, 2022; Suchomel et al., 2016; Wu et al., 2025)



Como se mencionó anteriormente, el incremento en el rendimiento de los saltos evaluados podría atribuirse a la mejora de la capacidad de aplicar fuerza, que es uno de los objetivos de todo programa, junto con la mejora del rendimiento en el deporte (González Badillo & Ribas Serna, 2019; Loturco et al., 2025; Suchomel et al., 2016). Desde la perspectiva mecánica y neuromuscular estos cambios se relacionan con un mayor impulso vertical que se refleja en mayor velocidad de despegue. Aunque la CFT no se midió directamente, estudios previos han mostrado asociaciones entre este tipo de variables y mejoras en la altura del salto y la tasa de aplicación de fuerza. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse como evidencia indirecta y no como una confirmación específica de cambios en la CFT (Amasay & Suprak, 2022; Dong et al., 2024; Emamian Shirazi et al., 2022; Eythorsdottir et al., 2024; González Badillo & Ribas Serna, 2019; González-Badillo et al., 2017; Marques et al., 2015; Mclellan et al., 2011; Moir, 2008; Nishiumi et al., 2023; Tillin, 2011).

El aumento progresivo del rendimiento en el CMJ observado en el grupo cercano al PHV sugiere una mejora en la coordinación neuromuscular y así mismo un incremento en la fuerza muscular que ayudó a optimizar las condiciones mecánicas durante la fase ascendente del CMJ. Por otro lado, investigaciones recientes de Van Hooren & Zolotarjova (2017), han señalado que la diferencia entre el CMJ y SJ no se explica por el aprovechamiento del CEA, sino por la reducción de la holgura muscular, acumulación de estimulación y aumento del estado activo muscular previo a la fase ascendente del salto y se recomienda que los deportistas tengan valores similares en dichos saltos, ya que esto puede reducir la brecha del rendimiento entre estos y propiciar a una mayor capacidad de aplicar fuerza en situaciones muy rápidas o donde haya restricción de tiempo para realizar un contramovimiento.



Por tanto, un aumento en la altura del SJ no es indicador de no aprovechar el componente elástico, sino de aplicar fuerza en situaciones rápidas (200 a 300 ms) y de aumentar la capacidad de tensar tanto los fascículos como la unidad músculo-tendinosa cuando hay holgura muscular y un estado activo submáximo. Así que, el programa de entrenamiento logró mejorar el rendimiento en el SJ, mostrando el efecto de dicha intervención en la mejora de este KPI y de forma indirecta en la RFD (Amasay & Suprak, 2022; Dal Pupo et al., 2024; González Badillo & Ribas Serna, 2019; González-Badillo et al., 2017; Marques et al., 2015; Nishiumi et al., 2023; Van Hooren & Zolotarjova, 2017). Además, mejoras en el SJ pueden estar relacionadas con un mejor rendimiento en el patinaje de velocidad sobre ruedas (Darío et al., 2025; Gonzalez & Mendoza, 2017).

Los resultados obtenidos en los cambios en la RCV apoyan la hipótesis de que el programa de entrenamiento indujo a mejoras en la rendimiento neuromuscular, que propició un incremento en la velocidad de contracción muscular. Los cambios en la velocidad de desplazamiento de las cargas evaluadas implican un desplazamiento positivo en la CFV (hacia arriba y a la izquierda) y cambios en los PCV para todos los grupos. Esto sugiere que las patinadoras fueron capaces de desplazar las mismas cargas a mayor velocidad y cambios en la CFV se reflejan de forma paralela en la CFT, por tanto las patinadoras incrementaron la capacidad de producir fuerza muy rápido a lo largo de las 16 semanas y esto va en concordancia con González Badillo y Ribas (2019), que argumentan que dichos cambios reflejan una mejora en el sistema neuromuscular para aplicar fuerza en el menor tiempo, lo que se relaciona con incrementos en la RFD.



De acuerdo con esto, los resultados de esta investigación coinciden con otras investigaciones que han demostrado que el VBT puede mejorar la rapidez para producir fuerza a través del control de la intensidad, la fatiga y la pérdida de velocidad dentro de la serie (Balsalobre-Fernández & Torres-Ronda, 2021; Gharakhanlou & Ghazzagh, 2022; González Badillo et al., 2015; González Badillo & Ribas Serna, 2019; González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010b; Guppy et al., 2024; Manuel et al., 2021; Moraga-Maureira et al., 2026; Nevin, 2019; Sekulović et al., 2024). Cabe destacar que, el VBT enseña al deportista a desplazar cualquier carga con la mayor intención voluntaria y velocidad posible, y esto es un indicador para mejorar la RFD (González-Badillo et al., 2022).

En este sentido, la carga del 55% del masa corporal mostró significancia estadística en la interacción **tiempo*maduración**, evidenciando que el grupo cerca al PHV mejoró de manera progresiva en la velocidad de desplazamiento. Por el contrario, el grupo lejos tuvo un tendencia a disminuir dicho rendimiento, a pesar de que tuvo un incremento entre la semana 4 y 8. Este hallazgo puede estar relacionado con diferencias individuales y en la capacidad de adaptación a los estímulos impuestos, que de forma progresiva fue mejorando en el grupo (C) (Legerlotz et al., 2016; Lesinski et al., 2016; Sánchez Pastor et al., 2023; Tumkur Anil Kumar et al., 2021).

Esta capacidad de adaptación está relacionada con el principio de la supercompensación del entrenamiento deportivo, que dicta que un organismo asimila un estímulo, se recupera y supera su nivel inicial de rendimiento. Por otro lado, autores como (Drury et al., 2019; Fernandez-Fernandez et al., 2023; Granacher et al., 2016; Legerlotz et al., 2016; Lesinski et al., 2016; Lloyd et al., 2024; Till et al., 2021; Tumkur Anil Kumar et al., 2021) afirman que la proximidad al PHV produce cambios hormonales y estructurales que favorecen una mayor capacidad de desarrollo de la fuerza, aunque esto es especulativo ya que durante el estudio no medimos alguna variable relacionada con el entorno hormonal de las patinadoras.



Además, no se descarta que (C) tuvo un programa de entrenamiento diferente y este tuvo dinámicas en la carga de entrenamiento, relacionadas con disminución de las repeticiones, programación de intensidad estable (30 - 40%RM), un umbral fijo de velocidad para la primera repetición (1.06 - 1,0 m/s) y una tendencia a modular la complejidad de ejecución en ejercicios como los derivados olímpicos y saltos, de los que se ejecutaban al comienzo de la intervención de una forma más sencilla. Por ejemplo, el arranque colgado en la fase 1 se realizó con un disco de 2,7 kg, en la fase 2 se trabajó con una barra de 3 kg y al final se terminó con una carga de 5,8 kg (barra más discos de 1,4 kg por lado).

En comparación, el programa para el otro grupo fue más general, no tuvo control de la velocidad entre sesiones y los ejercicios tuvieron ligeros cambios, que no alteraron la estructura completa de las sesiones a comparación del grupo (C) que las sesiones en cada fase tuvieron modificaciones y la intención de desplazar las cargas a la mayor velocidad produjo mejoras relacionadas con la producción de fuerza que se vieron reflejadas en los cambios de los valores medios de C55% (González Badillo & Ribas Serna, 2019). Estos aspectos de la programación del (C) pudieron influir en las diferencias del rendimiento para esta carga. Así que, las deportistas más cercanas al PHV presentaron una mayor sensibilidad adaptativa al estímulo de entrenamiento, especialmente en carga más alta, sin embargo la ausencia del control de la velocidad en el grupo lejos y la poca variación en los ejercicios estuvo guiado por las recomendaciones de varios autores para los programas de deportistas lejos del PHV (Drury et al., 2019; Granacher et al., 2016; Till et al., 2021).



Sin embargo, los cambios en el programa de entrenamiento para (C) pueden estar justificados por estos estudios (Drury et al., 2019; Granacher et al., 2016; Legerlotz et al., 2016; Luo et al., 2025; Sánchez Pastor et al., 2023; Tumkur Anil Kumar et al., 2021) asegurando que el entrenamiento para los jóvenes cercanos al PHV debe tener características relacionadas con mejorar la fuerza muscular, la rigidez tendinosa y la producción de fuerza, al igual que aumentar la masa muscular y las capacidades atléticas como correr o saltar, en comparación de los más distante del PHV que deben enfocarse en el refinamiento técnico y mecánicas de aterrizaje. Además, (Luo et al., 2025) concluye que los deportistas más viejos, más altos o más pesados pueden adaptarse mejor al entrenamiento de fuerza y esto se relacionada con el rendimiento sostenido y progresivo observado en el grupo mayor.

Por el contrario, los resultados obtenidos en el KPI de sprint de 20 metros no evidenciaron mejoras en el rendimiento para los grupos, inclusive hubo disminución en el desempeño y aumentos en los tiempos de carrera. Esto se puede explicar por varios factores. En primer lugar, no hubo correspondencia dinámica a lo largo del programa con acciones similares al sprint ni mucho menos ejercicios que tuvieran alguna especificidad biomecánica con dicho indicador, aunque se implementaron saltos y pliométricos, esto no fue suficiente, ya que ejercicios como los *bounding* pueden tener una mecánica articular similar a la aceleración en lugar del CMJ y pueden estar en línea con la especificidad del movimiento y estos no fueron incluidos en el entrenamiento, por tanto este programa no fue efectivo para mejorar el KPI ya que no tuvo tareas específicas que ayudaran a mejorar las fases de la aceleración (por ejemplo, aumentar la fuerza en el primer paso) ni se combinó con sprint (Brearley & Bishop, 2019; Duffin et al., 2019; Lambrianides & Blenkinsop, 2020; Moir et al., 2018; Suarez et al., 2019).



La frecuencia de entrenamiento (2 sesiones semanales) pudo ser poco efectiva para promover cambios en la aceleración lineal, adicionalmente el programa no incorporó ejercicios de carrera y solamente se limitó a evaluarla en los tiempos determinados. Otro de los factores que pudo influenciar, fue la falta de ejercicios orientados a la producción de fuerza horizontal (hip thrust, arrastre de trineo), ya que estos pueden desarrollar la fuerza de la musculatura implicada en la aceleración (glúteo mayor, isquiosurales) y parece que estos ejercicios son efectivos para mejorar en el rendimiento en la aceleración (Cahill et al., 2020; Dawes & Lentz, 2012; Krause Neto et al., 2019, 2025; Lin et al., 2026; Loturco et al., 2018; Myrvang & van den Tillaar, 2024; Pietraszewski et al., 2025).

Por tanto, es posible que las mejoras neuromusculares obtenidas no se hayan transferido completamente a la capacidad de aceleración en carrera y esto contradice a lo que dice Badillo y Ribas (2019) sobre el efecto que puede tener un ejercicio sobre otro, sin necesidad de entrenar este último. Para ser más concretos, la ejecución de la sentadilla con control de la velocidad y el desplazamiento de una carga equivalente a 1 m/s y que ha tenido resultados favorables en estudios como (González Badillo et al., 2015; Manuel et al., 2021) no tuvo el mismo efecto en el presente estudio, dando lugar a una brecha en la investigación sobre el efecto único del entrenamiento de fuerza en la mejora del sprint de 20 metros en estas edades, o si es necesario complementar con ejercicios o tareas que tenga una mayor especificidad y/o correspondencia dinámica con el sprint (Brearley & Bishop, 2019; Moir et al., 2018).

Desde una perspectiva aplicada, los resultados de esta investigación aportan evidencia importante para el diseño y programación del entrenamiento de fuerza en patinadoras juveniles cucuteñas de 11 a 13 años. En detalle, los hallazgos encontrados permiten inferir que el uso del VBT junto con un modelo deportivo juvenil como el LTAD constituye una estrategia eficaz para inducir a mejoras en el rendimiento atlético y neuromuscular en etapas cercanas al PHV.



Sin embargo, no se pueden desmeritar los cambios conseguidos en los KPI para (L), aunque dichas mejoras mostraron tendencia a disminuir a partir de la fase media de la intervención (semana 8) y esto puede estar influenciado por el programa de entrenamiento que estuvo limitado por el control de la velocidad y más aún, porque la intensidad absoluta no se ajustó en cada sesión, pudiendo ser poco efectiva para seguir induciendo adaptaciones positivas. Adicionalmente, la utilización de KPI como CMJ, SJ, RCV y Sprint en 20 metros para monitorear y medir el efecto del programa de fuerza puede representar un sistema de seguimiento y control para individualizar la carga del entrenamiento en poblaciones juveniles.

Cabe resaltar que, esta investigación presenta limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados. El tamaño de la muestra fue muy pequeño, lo que limita la generalización de los resultados y le resta potencia estadística al análisis. El diseño cuasiexperimental empleado en este estudio impide atribuir los cambios observados exclusivamente al programa de entrenamiento. Adicionalmente, la distribución asimétrica entre los grupos madurativos (grupo Cerca $n=7$ y grupo Lejos $n=3$) introduce un sesgo estadístico en la comparación entre grupos, ya que la muestra reducida del grupo (L) limita la potencia del análisis inferencial para detectar diferencias reales entre grupos y aumenta la probabilidad de cometer un error tipo II. Con base en esto, las comparaciones entre grupos deben interpretarse con especial cautela y no pueden considerarse concluyentes.



Por otro lado, los resultados del Sprint (Vel20m) deben interpretarse con cautela, ya que la prueba se realizó corriendo en tenis sobre césped sintético, lo que introduce una limitación de especificidad biomecánica, dado que el patrón motor de la carrera en tenis difiere considerablemente de la técnica del patinaje sobre ruedas; esta condición puede explicar el incremento en los tiempos observados en ambos grupos a lo largo de la intervención. Sin embargo, el diseño del programa de entrenamiento estaba orientado a mejorar el rendimiento atlético y neuromuscular a través de los KPI propuestos pero esto no se logró en el sprint. Por último, no se realizó una prueba de normalidad en el grupo (L) debido al pequeño tamaño de la muestra ($n=3$), ya que realizarlo es poco viable para inferir resultados. En este sentido, la aplicación de pruebas como Shapiro-Wilk en muestras tan pequeñas no es metodológicamente adecuado y puede conducir a inferencias erróneas o no concluyentes.

Futuras investigaciones deberían considerar diseños experimentales con grupos control y muestras más amplias, así como la inclusión de mediciones directas de la CFT mediante plataformas de fuerza u otros dispositivos más económicos como galga extensiométrica. También, resulta relevante analizar el efecto del VBT en variables específicas del patinaje de velocidad sobre ruedas como la velocidad de salida o inclusive el rendimiento en varias pruebas como 100 metros, una vuelta al circuito o 500 metros, donde la producción de fuerza de forma rápida y la velocidad de contracción muscular tienen relevancia.

CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas, basado en el control de la velocidad (VBT) y el modelo de desarrollo atlético a largo plazo (LTAD), sobre el rendimiento atlético y neuromuscular en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años medido a través de KPI como CMJ, SJ, RCV y SPRINT en 20 metros.



Los hallazgos evidencian que la intervención produjo mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento neuromuscular, reflejadas en los cambios observados en los KPI evaluados (CMJ, SJ, C10%, C25%, C40% y C55%; $p < 0,01$), confirmando la efectividad del programa para inducir adaptaciones neuromusculares en esta población.

El factor **tiempo** fue determinante en la mejora del rendimiento ($p < 0,01$ en todos los KPI), lo que indica que la exposición programada y sistemática al entrenamiento fue apropiada para inducir adaptaciones neuromusculares que influyen en el rendimiento del patinaje de velocidad sobre ruedas. De acuerdo con esto, uno de los hallazgos más relevantes es que el estado madurativo no condicionó de manera significativa la respuesta global al entrenamiento ($p = 0,758$ en CMJ; $p = 0,830$ en SJ; $p = 0,144$ en Vel20m), lo que sugiere que programas modelados bajo el LTAD pueden tener un efecto positivo en sujetos que están lejos o cerca al PHV.

Por otro lado, se identificaron respuestas diferenciadas en función de la interacción **tiempo*maduración** en condiciones específicas, particularmente en la carga correspondiente al 55% de la masa corporal evaluada en el PCV ($p = 0,037$). Este resultado indica que, aunque el programa tuvo un efecto a nivel general, la capacidad de adaptación a cargas relativamente mayores puede estar modulada por el estado madurativo, beneficiando a las patinadoras con una cercanía al PHV, es decir grupo (C). Esta novedad tiene implicaciones relevantes para la individualización de la carga en etapas madurativas.

A nivel neuromuscular, las mejoras analizadas en el CMJ y SJ sugieren un aumento en la capacidad de producción de fuerza en intervalos cortos de tiempo y de manera indirecta está relacionada con una mejora en la RFD. De igual forma, los cambios en la RCV indican un desplazamiento positivo en PCV, evidenciando que las deportistas mejoraron la velocidad de contracción muscular, manifestándose en la capacidad de producción rápida de fuerza a través de una mayor velocidad de desplazamiento de cargas submáximas.



En contraste, el rendimiento en el sprint de 20 metros no presentó mejoras, mostrando una tendencia desfavorable. Este resultado sugiere que las adaptaciones generadas por el programa no tuvieron un impacto positivo en el desempeño de este KPI, además la programación y las dinámicas de cargas para esta intervención pudieron no ser efectivas ni las más apropiadas para impulsar mejoras en la aceleración horizontal de las jóvenes patinadoras, lo que podría explicarse por la falta de especificidad mecánica y correspondencia dinámica en algunos ejercicios del entrenamiento respecto al sprint, o por la ausencia de estímulos específicos orientados a la producción de fuerza horizontal, por ejemplo ejercicios como hip thrust o arrastre de trineo.

Desde el punto de vista aplicado, los resultados respaldan el uso del entrenamiento basado en la velocidad como una herramienta eficaz para la dosificación objetiva de la carga en poblaciones juveniles, permitiendo inducir adaptaciones neuromusculares relevantes sin necesidad de recurrir a cargas máximas. Asimismo, la integración del modelo LTAD proporciona un marco adecuado para estructurar el entrenamiento respetando el estado madurativo, favoreciendo tanto el rendimiento como el desarrollo de las competencias motoras atléticas y la longevidad deportiva, mediante un modelo apropiado que aporta seguridad al proceso de formación deportiva.

Este estudio aporta evidencia en un contexto poco explorado, al analizar la combinación de VBT y LTAD en patinadoras juveniles, incorporando además el control del estado madurativo, lo que representa un avance en la aplicación de modelos contemporáneos de entrenamiento en poblaciones en formación. En consecuencia, contribuye a reducir la brecha existente entre la evidencia científica y la práctica en contextos regionales.



Sin embargo, los resultados deben interpretarse con cautela y considerando algunas limitaciones. El tamaño reducido de la muestra limita la potencia estadística y la generalización de los resultados. De igual forma, la ausencia de un grupo control externo que no recibiera ninguna intervención impide descartar por completo que parte de los cambios observados se deban a procesos naturales de crecimiento y maduración propios de esta etapa del desarrollo, y no exclusivamente al programa de entrenamiento aplicado. Adicionalmente, la ausencia de mediciones directas de la curva fuerza-tiempo restringe la interpretación fisiológica precisa de la RFD.

A partir de lo anterior, se sugiere que futuras investigaciones incluyan muestras más amplias, diseños experimentales controlados y mediciones directas de variables neuromusculares relacionadas como la CFT (por ejemplo la RFD a los 100 o 250 ms), así como la incorporación de tareas específicas de sprint o fuerza horizontal y pruebas específicas del deporte (por ejemplo, 100, 200 o 500 metros) con el fin de analizar el impacto del entrenamiento hacia el rendimiento específico del patinaje.

Los resultados de este estudio permiten concluir que un programa de entrenamiento de fuerza basado en el control de la velocidad y estructurado bajo el modelo LTAD es eficaz para mejorar el rendimiento atlético y neuromuscular en patinadoras de 11 a 13 años, aunque su impacto sobre el rendimiento específico de aceleración y en el mismo deporte es limitado, lo que refuerza la necesidad de integrar principios de especificidad en la programación del entrenamiento.



REFERENCIAS

- Amasay, T., & Suprak, D. N. (2022). Predicting Time to Take-Off in a Countermovement Jump for Maximal Quickness From Upright and Squat Starting Positions. *Journal of Human Kinetics*, 84(1), 53–63. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0091>
- Baker, D. (1996). *Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training: A Brief Review*.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Balsalobre-Fernández, C., & Torres-Ronda, L. (2021). The Implementation of Velocity-Based Training Paradigm for Team Sports: Framework, Technologies, Practical Recommendations and Challenges. *Sports (Basel, Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/sports9040047>
- Balsalobre-Fernández, C., & Varela-Olalla, D. (2024). The Validity and Reliability of the My Jump Lab App for the Measurement of Vertical Jump Performance Using Artificial Intelligence. *Sensors*, 24(24). <https://doi.org/10.3390/s24247897>
- Banyard, H. G., Nosaka, K., Vernon, A. D., & Haff, G. G. (2018). The reliability of individualized load–velocity profiles. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(6), 763–769. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2017-0610>
- Bishop, C., Jarvis, P., Turner, A., & Balsalobre-Fernandez, C. (2022). Validity and Reliability of Strategy Metrics to Assess Countermovement Jump Performance Using the Newly Developed My Jump Lab Smartphone Application. *Journal of Human Kinetics*, 83, 185–195. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0098>
- Bishop, C., Jordan, M., Torres-Ronda, L., Loturco, I., Harry, J., Virgile, A., Mundy, P., Turner, A., & Comfort, P. (2023). *Selecting Metrics that Matter: Comparing the use of the Countermovement Jump for Performance Profiling, Neuromuscular 2 Fatigue Monitoring and Injury Rehabilitation Testing*.
- Brearley, S., & Bishop, C. (2019). *Transfer of Training: How Specific Should We Be?*
- Cahill, M. J., Cronin, J. B., Oliver, J. L., Clark, K. P., Lloyd, R. S., & Cross, M. R. (2020). Resisted Sled Training for Young Athletes: When to Push and Pull. *Strength and Conditioning Journal*, 42(6), 91–99. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000555>
- Castellanos Carbonell, E. (2021). *Métodos de estimación del estado madurativo en jóvenes deportistas*.
- Collins, H., Booth, J. N., Duncan, A., & Fawcner, S. (2019). The effect of resistance training interventions on fundamental movement skills in youth: a meta-analysis. In *Sports Medicine - Open* (Vol. 5, Number 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0188-x>
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jimenéz-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1099–1106. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>
- Dal Pupo, J., Kons, R. L., Gheller, R. G., Gonçalves, C. W. P., & Vieira, A. (2024). Is the Rate of Force Development Produced in the Squat Jump a Reliable Metric and is it Related to Jump Height? *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2024.2417100>
- Dario, I., López, Q., Mario, C., & Arias, P. (2025). *Análisis de la potencia mecánica del tren inferior de los patinadores de 11 a 14 años del club Paelco-DT de Corozal, Sucre*.

- Dawes, J., & Lentz, D. (2012). *Methods of Developing Power to Improve Acceleration for the Non-Track Athlete*. <http://journals.lww.com/nsca-scj>
- Dong, M., Kim, Y., Xu, Y., Zhu, B., Li, M., & Kim, S. (2024). Correlations Between Jump Height, Ground Contact Time, and Athletic Performance Indicators in Jump Landing Tasks. *Annals of Applied Sport Science*, 12(4). <https://doi.org/10.61186/aassjournal.1396>
- Drury, B., Ratel, S., Clark, C. C. T., Fernandes, J. F. T., Moran, J., & Behm, D. G. (2019). Eccentric resistance training in youth: Perspectives for long-term athletic development. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(4). <https://doi.org/10.3390/jfmk4040070>
- Duchateau, J., & Amiridis, I. G. (2023). Plyometric Exercises: Optimizing the Transfer of Training Gains to Sport Performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 51(4), 117–127. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000320>
- Duffin, G. T., Stockero, A. M., & Ebben, W. P. (2019). *The optimal plyometric exercise horizontal to vertical force ratio for sprinting*. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol37/iss1/4>
- Edwards, T., Weakley, J., Woods, C. T., Breed, R., Benson, A. C., Suchomel, J., & Banyard, H. G. (2022). *A Comparison of Countermovement Jump and Squat Jump Performance between 627 State and Non-State Representative Junior Australian Football Players*. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004299>
- Emamian Shirazi, S. A., Hashemi Oskouei, A., & Hejazi Dinan, P. (2022). Correlation of Vertical Jump Height with Ground Reaction Force and Anthropometric Parameters of Male Athletes. *Thritha*, 11(2). <https://doi.org/10.5812/thrita-131432>
- Enoka, R. M. (1997). Neural adaptations with chronic physical activity. *Journal of Biomechanics*, 30(5), 447–455. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(96\)00170-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(96)00170-4)
- Eythorsdottir, I., Gløersen, Ø., Rice, H., Werkhausen, A., Ettema, G., Mentzoni, F., Solberg, P., Lindberg, K., & Paulsen, G. (2024). The Battle of the Equations: A Systematic Review of Jump Height Calculations Using Force Platforms. In *Sports Medicine* (Vol. 54, Number 11, pp. 2771–2791). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02098-x>
- Fernandez-Fernandez, J., Herrero-Molleda, A., Álvarez-Dacal, F., Hernandez-Davó, J. L., & Granacher, U. (2023). The Impact of Sex and Biological Maturation on Physical Fitness in Adolescent Badminton Players. *Sports*, 11(10), 191. <https://doi.org/10.3390/sports11100191>
- Garcia-Ramos, A., & Slobodan, J. (2018). *Two-Point Method: A Quick And Fatigue Free Procedure for Assessment of Muscle Mechanical Capacities and the 1 Repetition Maximum*.
- Gençoğlu, C., Ulupınar, S., Özbay, S., Turan, M., Savaş, B. Ç., Asan, S., & İnce, İ. (2023). Validity and reliability of “My Jump app” to assess vertical jump performance: a meta-analytic review. *Scientific Reports*, 13(1), 20137. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46935-x>
- Gharakhanlou, R., & Ghazzagh, A. (2022). Velocity-Based Training; A Contemporary Method of Resistance Training: A Mini Review. In *Journal of Exercise and Health Science* (Vol. 02, Number 02).
- Gonzalez Badillo, J. J. (2023). *Como programar el entrenamiento de fuerza*.
- Gonzalez Badillo, J. J., Pareja-Blanco, F., Rodriguez Rosell, D., Abad-Herencia, J. L., Del Ojo-Lopez, J. J., & Sanchez-Medina, L. (2015). *Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages*. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000000764>
- Gonzalez Badillo, J. J., & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza* (Primera Edición).
- Gonzalez Badillo, J. J., & Ribas Serna, J. (2019). *Fuerza, velocidad y rendimiento físico y deportivo* (Primera edición).
- Gonzalez Badillo, J. J., & Mendoza, D. (2017). *Predicción del tiempo en la prueba de 300 metros en patinadores juveniles de rendimiento*.



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404

Coordinación Histórica: Cll. 19 No. 11 - 641, Correo: Avenida Universitaria,
Edificio Fray Jordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106

- González-Badillo, J. J., Jiménez-Reyes, P., & Ramírez-Lechuga, J. (2017). Determinant Factors of the Squat Jump in Sprinting and Jumping Athletes. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 15–22. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0067>
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010a). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010b). Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(05), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., & Rodríguez-Rosell, D. (2022). Toward a New Paradigm in Resistance Training by Means of Velocity Monitoring: A Critical and Challenging Narrative. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 118. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00513-z>
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A., & Behm, D. G. (2016). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: A conceptual model for long-term athlete development. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 7, Number MAY). Frontiers Research Foundation. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00164>
- Guppy, S. N., Kendall, K. L., & Haff, G. G. (2024). Velocity-Based Training - A Critical Review. *Strength and Conditioning Journal*, 46(3), 295–307. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000806>
- Hernández-Belmonte, A., & Pallarés, J. G. (2022). Effects of Velocity Loss Threshold during Resistance Training on Strength and Athletic Adaptations: A Systematic Review with Meta-Analysis. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Number 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/app12094425>
- Hettinga, F., Brouwer, M., & Hext, A. (2022). Speed skating (long-track and short-track). In *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume I - Sport Testing* (p. 6).
- Hou, C. F., Hsu, C. W., Fuchs, P. X., & Shiang, T. Y. (2025). Estimation of maximum lower limb muscle strength from vertical jumps. *PLoS ONE*, 20(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316636>
- Hughes, L. J., Banyard, H. G., Dempsey, A. R., & Scott, B. R. (2018). *Using a load-velocity relationship to predict one repetition maximum in free-weight exercise: A comparison of the different methods*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002550>
- Jenkins, N. D. M., Miramonti, A. A., Hill, E. C., Smith, C. M., Cochrane-Snyman, K. C., Housh, T. J., & Cramer, J. T. (2017). Greater neural adaptations following high- vs. low-load resistance training. *Frontiers in Physiology*, 8(MAY). <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00331>
- Keiner, M., Kierot, M., Stendahl, M., Brauner, T., & Suchomel, T. J. (2024). Maximum Strength and Power as Determinants of Match Skating Performance in Elite Youth Ice Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(6), 1090–1094. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004745>
- Konings, M. J., Elferink-Gemser, M. T., Stoter, I. K., van der Meer, D., Otten, E., & Hettinga, F. J. (2015). Performance Characteristics of Long-Track Speed Skaters: A Literature Review. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Number 4, pp. 505–516). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0298-z>
- Kons, R. L., Orssatto, L. B. R., Ache-Dias, J., De Pauw, K., Meeusen, R., Trajano, G. S., Dal Pupo, J., & Detanico, D. (2023). Effects of Plyometric Training on Physical Performance: An Umbrella Review. In *Sports Medicine - Open* (Vol. 9, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00550-8>
- Krause Neto, W., Krause, T. L. V., & Gama, E. F. (2025). The impact of resistance training on gluteus maximus hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 16). Frontiers Research Foundation. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1542334>
- Krause Neto, W., Vieira, L., & Gama, E. F. (2019). Hip Thrust, Muscular Activation and Performance: A Systematic Review. In *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 18). <http://www.jssm.org>

- Kurosaki, H., Tsubota, E., Katsuge, M., Hirata, K., & Hirayama, K. (2025). Muscle contraction type-specific association of acceleration and deceleration performance with rates of force development. *PeerJ*, 13, 1–13. <https://doi.org/10.7717/peerj.19862>
- Kyne, H., & Cronin, J. B. (2025). Beyond Jump Height: A Comparison of Concentric Variables in the Squat Jump, Countermovement Jump and Drop Jump for Athletic Profiling. *Sports*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/sports13110379>
- Lambrianides, Y., & Blenkinsop, G. (2020). *The specificity of strength exercises for sprint acceleration*.
- Legerlotz, K., Marzilger, R., Bohm, S., & Arampatzis, A. (2016). Physiological adaptations following resistance training in youth athletes—a narrative review. In *Pediatric Exercise Science* (Vol. 28, Number 4, pp. 501–520). Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0023>
- Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: A systematic review and meta-analysis. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 50, Number 13, pp. 781–795). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095497>
- Lin, S., Cheng, M., Yi, X., Li, Y., & Liu, R. (2026). Acute and long-term effects of hip thrust training on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.20785>
- Lloyd, R. S., Kember, L. S., Moeskops, S., Morris, S. J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., & Radnor, J. M. (2024). Long-Term Athletic Development. In *Conditioning for Strength and Human Performance* (pp. 487–509). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003366140-21>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., A De Ste Croix, M. B., Williams, C. A., Best, T. M., Alvar, B. A., Micheli, L. J., Phillip Thomas, D., Hatfield, D. L., Cronin, J. B., Myer, G. D., & Ste Croix, D. (2015). *Long-term athletic development—part 1: A pathway for all youth*. www.nscs.com
- Lopez-Torres, O., Fernandez-Elias, V. E., Li, J., Gomez-Ruano, M. A., & Guadalupe-Grau, A. (2025). Validity and Reliability of A New Low-Cost Linear Position Transducer to Measure Mean Propulsive Velocity: The ADR device. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 239(2), 126–134. <https://doi.org/10.1177/17543371221104345>
- Loturco, I., Contreras, B., Kobal, R., Fernandes, V., Moura, N., Siqueira, F., Winckler, C., Suchomel, T., & Pereira, L. A. (2018). Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. *PLoS ONE*, 13(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201475>
- Loturco, I., Pereira, L. A., & Pareja-Blanco, F. (2025). Training at Different Velocity Zones: Does It Really Matter? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–5. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2025-0044>
- Luo, H., Zhu, X., Nasharuddin, N. A., Kamalden, T. F. T., & Xiang, C. (2025). Effects of Strength and Plyometric Training on Vertical Jump, Linear Sprint, and Change-of-Direction Speed in Female Adolescent Team Sport Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Sports Science and Medicine*, 24(2), 406–452. <https://doi.org/10.52082/jssm.2025.406>
- Makaruk, H., Starzak, M., Suchecki, B., Czaplicki, M., & Stojiljković, N. (2020). Effects of Assisted and Resisted Plyometric Training Programs on Vertical Jump Performance in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 19).
- Marco-Contreras, L. A., Bataller-Cervero, A. V., Gutiérrez, H., Sánchez-Sabaté, J., & Berzosa, C. (2024). Analysis of the Validity and Reliability of the Photo Finish® Smartphone App to Measure Sprint Time. *Sensors*, 24(20), 6719. <https://doi.org/10.3390/s24206719>
- Marques, M. C., Izquierdo, M., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Ferraz, R., & González-Badillo, J. J. (2021). Association between force-time curve characteristics and vertical jump performance in trained athletes. www.nscs.com
- Marston, K. J., Forrest, M. R. L., Teo, S. Y. M., Mansfield, S. K., Peiffer, J. J., & Scott, B. R. (2022). Load-velocity relationships and predicted maximal strength: A systematic review of the validity and

reliability of current methods. In *PLoS ONE* (Vol. 17, Number 10 October). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267937>

McCarthy, J., & Franklin, C. (2003). Strength Training for World-Class Long Track Speed Skating. In & *Conditioning Association* (Vol. 25, Number 1).

McInnis, A. K., & Donahue, P. (2024). Comparison of Countermovement Jump Strategy With and Without An Arm Swing. *International Journal of Strength and Conditioning*, 4(1). <https://doi.org/10.47206/ijsc.v4i1.340>

McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). *The role of rate of force development on vertical jump performance*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181be305c>

Moir, G. L. (2008). Three different methods of calculating vertical jump height from force platform data in men and women. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12(4), 207–218. <https://doi.org/10.1080/10913670802349766>

Moir, G. L., Bimmer, S. M., Snyder, B. W., Connaboy, C., & Lamont, H. S. (2018). *Mechanical limitations to sprinting and biomechanical solutions: A constraints-led framework for the incorporation of resistance training to develop sprinting speed*.

Moraga-Maureira, E., González, J. A., & García-Ramos, A. (2026). Velocity-Based Strength Assessment in Youth Athletes: Effects of Maturation Stage and Repeated Testing on Reliability. *Journal of Strength & Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000005331>

Myrvang, S., & van den Tillaar, R. (2024). The Longitudinal Effects of Resisted and Assisted Sprint Training on Sprint Kinematics, Acceleration, and Maximum Velocity: A Systematic Review and Meta-analysis. In *Sports Medicine - Open* (Vol. 10, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00777-7>

Nevin, J. (2019). *Autoregulated Resistance Training: Does Velocity-Based Training Represent the Future?* www.nscs-scj.com

Nishiumi, D., Nishioka, T., Saito, H., Kurokawa, T., & Hirose, N. (2023). Associations of eccentric force variables during jumping and eccentric lower-limb strength with vertical jump performance: A systematic review. *PLoS ONE*, 18(8 August). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289631>

Oliveira, F. B. D., Oliveira, A. S. C., Rizzato, G. F., & Denadai, B. S. (2013). Resistance Training for Explosive and Maximal Strength: Effects on Early and Late Rate of Force Development. In *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 12). <http://www.jssm.org>

Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P. J., Piqueras-Sanchiz, F., Mora-Vela, R., Sánchez-Moreno, M., Bachero-Mena, B., Ortega-Becerra, M., & Alegre, L. M. (2020). Velocity Loss as a Critical Variable Determining the Adaptations to Strength Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(8), 1752–1762. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002295>

Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J. A. L., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(7), 724–735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>

Peñaloza Sarabia, J. P., & Lozano Zapata, R. E. (2022). *Caracterización de la fuerza y extensibilidad con patinadores de carreras sobre la prueba de 1000 metros de la liga de Norte de Santander*.

Pietraszewski, P., Maszczyk, A., Zajac, A., & Gołaś, A. (2025). Muscle Activity and Biomechanics of Sprinting: A Meta-Analysis Review. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 15, Number 9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/app15094959>

Pleša, J., Kozinc, Ž., & Šarabon, N. (2022). A Brief Review of Selected Biomechanical Variables for Sport Performance Monitoring and Training Optimization. In *Applied Mechanics* (Vol. 3, Number 1, 144–159). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/applmech3010011>

Rodríguez-Rosell, D., Manuel Yáñez-García, J., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., & José González-Badillo, J. (2020). *Velocity-based resistance training: Impact*

of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response.

www.nrcresearchpress.com

- Rodriguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Aagaard, P., & González-Badillo, J. J. (2018). Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. In *Clinical Physiology and Functional Imaging* (Vol. 38, Number 5, pp. 743–762). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/cpf.12495>
- Rong, W., Geok, S. K., Samsudin, S., Zhao, Y., Ma, H., & Zhang, X. (2025). Effects of strength training on neuromuscular adaptations in the development of maximal strength: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03070-z>
- Ryu, J. K., Kim, Y. S., & Hong, S. H. (2016). Kinematical Aspects Gliding Technique in 500-m Speed Skaters: From Start to Seven Strokes. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 26(4), 333–341. <https://doi.org/10.5103/kjsb.2016.26.4.333>
- Sánchez Pastor, A., García-Sánchez, C., Marquina Nieto, M., & de la Rubia, A. (2023). Influence of Strength Training Variables on Neuromuscular and Morphological Adaptations in Prepubertal Children: A Systematic Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 20, Number 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064833>
- Santos, P. D. G., Vaz, J. O. R., Correia, J., Neto, T., & Pezarat-Correia, P. (2023). *Long-Term Neurophysiological Adaptations to Strength Training: A Systematic Review With Cross-Sectional Studies*. www.nscs.com
- Sekulović, V., Jezdimirović-Stojanović, T., Andrić, N., Elizondo-Donado, A., Martin, D., Mikić, M., & Stojanović, M. D. M. (2024). Effects of In-Season Velocity-Based vs. Traditional Resistance Training in Elite Youth Male Soccer Players. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/app14209192>
- Sharp, A. P., Cronin, J. B., & Neville, J. (2019). Using Smartphones for Jump Diagnostics: A Brief Review of the Validity and Reliability of the My Jump App. *Strength & Conditioning Journal*, 41(5), 96–107. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000472>
- Škarabot, J., Brownstein, C. G., Casolo, A., Del Vecchio, A., & Ansdell, P. (2021). The knowns and unknowns of neural adaptations to resistance training. In *European Journal of Applied Physiology* (Vol. 121, Number 3, pp. 675–685). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04567-3>
- Ştef, R. D., & Grosu, E. F. (2020). *Strength, Velocity And Power In Jump Squat Using Light And Medium Load In Junior Speed Skaters*. 657–668. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.06.68>
- Stuart, A., & Cochrane-Snyman, K. C. (2022). Strength Training and Development in Competitive Speed Skating. *Strength and Conditioning Journal*, 44(3), 1–10. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000663>
- Suarez, D. G., Wagle, J. P., Cunanan, A. J., Sausaman, R. W., & Stone, M. H. (2019). *Dynamic correspondence of resistance training to sport: A brief review*. www.nscs-scj.com
- Suchomel, T. J. (2026). *Science and development of muscular strength*. Human Kinetics.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. In *Sports Medicine* (Vol. 48, Number 4, pp. 765–785). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Till, K., Eisenmann, J., Emmonds, S., Jones, B., Mitchell, T., Cowburn, I., Tee, J., Holmes, N., & Lloyd, R. S. (2021). *A Coaching Session Framework to Facilitate Long-Term Athletic Development*. <https://www.>
- Wallerstein, J. S. (2011). *The Influence of Training and Athletic Performance on the Neural and Mechanical Determinants of Muscular Rate of Force Development*. <https://dspace.lboro.ac.uk/>

- Tumkur Anil Kumar, N., Oliver, J. L., Lloyd, R. S., Pedley, J. S., & Radnor, J. M. (2021). The influence of growth, maturation and resistance training on muscle-tendon and neuromuscular adaptations: A narrative review. In *Sports* (Vol. 9, Number 5). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/sports9050059>
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). *The difference between countermovement and squat jump performances: A review of underlying mechanisms with practical applications*. www.nscs.com
- Varghese, M., Ruparell, S., & LaBella, C. (2022). Youth Athlete Development Models: A Narrative Review. In *Sports Health* (Vol. 14, Number 1, pp. 20–29). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/19417381211055396>
- Walker, S., Häkkinen, K., Virtanen, R., Mane, S., Bachero-Mena, B., & Pareja-Blanco, F. (2022). Acute neuromuscular and hormonal responses to 20 versus 40% velocity loss in males and females before and after 8 weeks of velocity-loss resistance training. *Experimental Physiology*, 107(9), 1046–1060. <https://doi.org/10.1113/EP090371>
- Wild, J., Bezodis, N., Blagrove, R., & Bezodis, I. (2011). *A biomechanical comparison of accelerative and maximum velocity sprinting: Specific strength training considerations*.
- Wu, Z., Cardoso, F., Pyne, D. B., Goethel, M. F., & Fernandes, R. J. (2025). Physiological and Biomechanical Characteristics of Inline Speed Skating: A Systematic Scoping Review. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 15, Number 14). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/app15147994>
- Yañez-García, J. M., Rodríguez Rosell, D., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2021). *Changes in muscle strength, jump, and sprint performance in young elite basketball players: The impact of combined high-speed resistance training and plyometrics*. www.nscs.com

ANEXOS

A continuación se presentan los anexos que respaldan el desarrollo metodológico y bioético de la presente investigación. Se anexa el diseño exhaustivo de las 32 sesiones de entrenamiento distribuidas en las 3 fases del programa para ambos grupos (Cerca y Lejos al PHV), correspondiente a las Tablas 2 a 12. Cabe resaltar que, adicionalmente, se anexan el modelo de consentimiento informado y el modelo de asentimiento informado, firmados por los padres o tutores legales y por las menores participantes respectivamente, así como el documento de aprobación formal emitido por el Comité de Ética de la USTA Tunja. Por último, se proporciona el enlace de acceso al archivo editable en formato Excel correspondiente al diseño de las sesiones de entrenamiento, disponible para consulta y verificación por parte del comité evaluador.



ASENTIMIENTO INFORMADO



ASENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

MENORES DE 18 AÑOS

Título de la investigación: Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas sobre el rendimiento neuromuscular y la relación fuerza-velocidad en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años, evaluado a través de la fuerza dinámica máxima relativa, explosiva y útil

Nombre del participante: _____

Fecha de Nacimiento: _____

Edad: _____

Institución Educativa: _____

Grado escolar: _____

Código: _____

Descripción de la investigación:

La invitamos a participar en este estudio sobre como un programa de ejercicios de 16 semanas mejora su fuerza y velocidad para patinar. Entrenaremos 2 veces semanales y realizaremos sentadillas, saltos y carreras durante 60 minutos. Los entrenamientos serán en un gimnasio ubicado en el barrio Prados del Este, que es donde entrenan varios deportistas. Este estudio está dirigido por Adolfo Pulido Davila,

Cuando vengas a participar en esta investigación, pediremos que:

Salte lo más alto posible y en lo posible hacerlo entre 4 a 6 veces para tomar varios intentos porque sacaremos un promedio. También nos pondremos una barra muy liviana (igual de pesada a su maleta del colegio) en la espalda y nos sentaremos en una caja y cuando escuchemos "explota" nos levantaremos lo más rápido posible, con una herramienta especial mediremos la velocidad. Esto lo haremos 3 veces.



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404
Campus Centro Histórico: Cl. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cl. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106

1. Aparte, le pediremos que los demás ejercicios que serán carreras muy cortas u otros saltos como a una caja pequeña y de lado a lado (igual a patinar) los haga con la mayor fuerza y velocidad, como si fuera un cohete al espacio.
2. En cada entrenamiento le explicaremos como hacer los ejercicios para que sea una patinadora increíble y la idea es entrenar con disciplina y hacer las cosas muy bien, sin afanes ni prisa.
3. Vamos a conformar un equipo de trabajo y nuestra meta es hacer los ejercicios con la mejor actitud, en este equipo pueden llegar a estar niñas de otros clubes, aprovechemos el espacio para hacer amigos, venimos a entrenar, divertimos y hacemos fuertes y rápidas.

Riesgos y beneficios:

Es posible que sienta cansancio mientras entrena y se divierte en los entrenamientos. Para evitar que se canse mucho tendremos pequeños descansos para recuperarnos y continúe entrenado con toda. Sin embargo, usted tiene derecho de decidir no completar todos los entrenamientos si no lo quiere hacer. Se puede retirar del estudio en cualquier momento sin que haya consecuencias negativas para Ud., su club o su familia. Su participación en este estudio es muy valiosa y nos ayudará a entender mejor como entrenar y hacer más fuerte y rápidas a niñas patinadoras de su edad.

Almacenamiento de la información:

Vamos a hacer una encuesta con algunas preguntas para conocer un poco más sobre usted y su familia, como edad o cuantos años lleva patinando. También va a participar en una charla introductoria acompañada por su mamá/papa o acudiente, en la que vamos a explicar de forma sencilla de qué se trata el proyecto, que está



SANTOTOTUNJA.EDU.CO
NIT. 860.012.357-6



UNIVERSIDAD
SANTOTOMÁS
TUNJA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - ONES 1732



SANTOTOTUNJA.EDU.CO
NIT. 860.012.357-6



UNIVERSIDAD
SANTOTOMÁS
TUNJA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - ONES 1732

relacionado con cómo desarrollar la fuerza para mejorar en el patinaje. En esta charla podrá hacer preguntas y conocer todo lo que haremos durante el estudio.

Su identidad será tratada de forma confidencial y será protegida durante y después de la realización del estudio de varias formas:

Su nombre y sus datos de identificación solamente serán registrados en el consentimiento firmado por sus padres y en este, que será archivado en un espacio seguro dentro de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja. Le asignaremos un código para identificar sus datos. Únicamente el investigador principal y los asistentes de investigación tendrán acceso a esta información.

Tiempo

La participación en el estudio requiere de 2 sesiones de 60 minutos cada una. Y la duración es de 16 semanas.



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404

Campus Centro Histórico: Cl. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cl. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404

Campus Centro Histórico: Cl. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cl. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106



Derechos de los participantes

Investigador Principal: Adolfo Pulido Davila

Título de la Investigación:

1. He leído y discutido la descripción de la investigación con el investigador principal. He tenido la oportunidad de hacer todas las preguntas que surgieron respecto a los propósitos y procedimientos de la investigación.
2. Mi participación en esta investigación es voluntaria. Puedo renunciar a participar en cualquier momento, sin afectar mi afiliación o cualquier otro derecho adquirido como deportista y estudiante de las instituciones educativas relacionadas con esta investigación.
3. El investigador puede retirarme de la investigación cuando lo considere pertinente.
4. Si durante el curso del estudio surge nueva información que pueda cambiar mi disposición a participar en él, el investigador me proporcionará esta información.
5. Cualquier información derivada del proyecto de investigación que me identifique personalmente, no será publicada sin mi consentimiento explícito.
6. Si en algún momento, durante los entrenamientos del estudio, usted llega a sentirse mal o se lastima, sus papás serán avisados de inmediato y estarán con usted para acompañarla y cuidarla. Queremos que sepa que este estudio no tiene un seguro médico, por lo que si necesita ir al médico o recibir atención especial, serán sus papás quienes se encargarán de eso. Nosotros siempre estaremos atentos a cómo se siente, y si notamos algo extraño, lo hablaremos con usted y con su familia para que puedan ayudarla de la mejor manera posible.
7. Si en cualquier momento tengo preguntas, puedo contactar al investigador principal quien contestará mis preguntas. La información de contacto es:



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404
Campus Centro Histórico: Cll. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106





SANTOTOTUNJA.EDU.CO
NIT. 860.012.357-6



UNIVERSIDAD
SANTOTOMÁS
TUNJA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - DINEE 1732



SANTOTOTUNJA.EDU.CO
NIT. 860.012.357-6



UNIVERSIDAD
SANTOTOMÁS
TUNJA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - DINEE 1732

- Adolfo Pulido Davila
- Celular 321 665 7454
- Correo electrónico: Adolfo.pulido@usantoto.edu.co

8. Debo recibir copia de la descripción de la investigación y de este documento.

Yo _____ autorizo participar en este estudio sobre el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas sobre el rendimiento neuromuscular y la relación fuerza-velocidad en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años, evaluado a través de la fuerza dinámica máxima relativa, explosiva y útil

Marque su decisión a continuación:

- ☐ He decidido participar en el estudio
- ☐ He decidido NO participar en el estudio

En constancia de mi decisión, aquí escribo mi nombre completo:

Dirección de correo electrónico:

Fecha en la que diligencé este formulario de consentimiento:



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404
Campus Centro Histórico: Cll. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404
Campus Centro Histórico: Cll. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106

CONSENTIMIENTO INFORMADO



SANTOTOTUNJA.EDU.CO
NIT. 860.012.357-6



UNIVERSIDAD
SANTOTOMÁS
TUNJA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - ONES 1732

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por favor, lea cuidadosamente esta información sobre el estudio de investigación titulado **“Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas sobre el rendimiento neuromuscular y la relación fuerza-velocidad en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años, evaluado a través de la fuerza dinámica máxima relativa, explosiva y útil”**

- Siéntase en completa libertad de preguntar al personal del estudio todo aquello que no entienda.
- Una vez haya comprendido la información, se le preguntará si desea que su hija participe del estudio. En caso afirmativo, deberá firmar este documento y recibirá una copia.

DESCRIPCIÓN GENERAL

En esta investigación se pretende diseñar e implementar un programa de entrenamiento basado en la fuerza-velocidad en patinadoras de 11 a 13 años y consecuentemente analizar el efecto que produce en el rendimiento neuromuscular y deportivo medido a través de un conjunto de pruebas validadas científicamente como saltos y el registro de velocidades de desplazamiento para la creación de perfiles carga-velocidad individuales, además esta intervención está adaptada por medio de un modelo de entrenamiento de desarrollo juvenil que garantiza que esta propuesta sea segura para esta población ya que está acorde a la edad, sexo y maduración biológica.

OBJETIVO DEL ESTUDIO



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404
Campus Centro Histórico: Cl. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cl. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106

Analizar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza-velocidad de 16 semanas sobre el rendimiento neuromuscular en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años.

Objetivos específicos

- Caracterizar los perfiles de carga-velocidad de las patinadoras para planificar la distribución óptima de las cargas a lo largo del programa de entrenamiento.
- Evaluar la capacidad de salto mediante las pruebas CMJ, SJ con el fin de medir cualidades de fuerza como la fuerza explosiva y reactiva.
- Diseñar y desarrollar un plan de entrenamiento de 16 semanas para mejorar la relación fuerza-velocidad en patinadoras de 11 a 13 años, basado en perfiles individuales de carga-velocidad

¿POR QUÉ SU HIJA FUE ELEGIDA PARA PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO?

La población seleccionada para participar en el estudio tiene estas características:

- Tener al menos 1 años de experiencia en el deporte
- Femenina de 11 a 13 años
- Valoración inicial y aval médico para la participación en la investigación.
- Estar vinculada a un club de patinaje y competir en validas departamentales o festivales deportivos.
- Que los padres de familia y el deportista por medio de consentimiento y asentimiento informado aprueben la participación del deportista.

RIESGOS Y BENEFICIOS

Beneficios

Los aportes que se destacan en esta intervención son:



TUNJA - BOYACÁ - PBX: (608) 744 0404
Campus Centro Histórico: Cll. 19 Nº 11 - 64 - Campus Avenida Universitaria:
Edificio Fray Giordano Bruno O.P.: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235 este.
Edificio Santo Domingo de Guzmán: Av. Universitaria No. 45 - 202
Santoto Services: Centro Comercial Unicentro Tunja, Local 1-106

- Entrenamiento de 16 semanas completamente individualizado y acorde a la maduración biológica de las participantes.
- Entrenamiento seguro y basado en la evidencia científica dirigido por un profesional con experiencia en el tema.
- Enseñanza de técnicas correctas de los movimientos a desarrollar en la intervención.
- Programa de entrenamiento de bajo costo para la población que participe
- Programa de entrenamiento que puede ser replicado y desarrollado por el entrenador de patinaje a poblaciones similares.
- Modelo de entrenamiento periodizado y programado para población infantil de 11 a 13 que ayudara a mejorar el rendimiento deportivo.
- Los participantes tendrán acceso a entrenamientos apropiados para un deportista de alto rendimiento
- Los entrenamientos contarán con herramientas tecnológicas que garantizarán el desarrollo de las sesiones
- Los participantes tendrán acceso a perfiles de carga-velocidad y balísticos que ayudaran a caracterizarlos y conocer que ejercicios o métodos son más apropiados.

Riesgos

Dentro de la intervención no se identifican riesgos mayores, pero se deja la salvedad que en el desarrollo de las intervenciones los participantes puedan manifestar dolor muscular producto de los entrenamientos.

Sabemos que su hija está acostumbrada a entrenar, y los ejercicios que realizaremos en el estadio son muy similares a los que ella ya conoce. Aun así, como en cualquier actividad física, existe la posibilidad de que en algún momento sienta cansancio, alguna molestia muscular o de salud, en casos poco frecuentes, una pequeña lesión.

Si esto llega a pasar y el malestar persiste, nos comunicaremos con ustedes de inmediato para que puedan tomar las decisiones necesarias y, si lo consideran importante, llevarla a un médico.

Queremos que tengan claro que el estudio no cuenta con un seguro médico, por lo tanto, la atención médica que se requiera deberá ser asumida por ustedes como padres o acudientes. Desde nuestro lado, estaremos siempre atentos a cómo se siente su hija y haremos todo lo posible para que se sienta segura, cuidada y tranquila durante todo el proceso.

¿COMO SERÁ LA PARTICIPACIÓN DE SU HIJA EN EL ESTUDIO?

Como parte de la participación en este proyecto, se aplicará una encuesta sociodemográfica con el propósito de conocer mejor las características generales de las familias y el contexto en el que viven. Esta información nos ayudará a interpretar de manera más precisa los resultados del estudio. La encuesta será realizada por la niña, acompañada por su padre/madre o acudiente, utilizando el celular del adulto.

Por otro lado, el día 09 de agosto de 2025 se llevará a cabo una charla introductoria dirigida a las participantes y sus acudientes, con el objetivo de explicar detalladamente el proyecto y los procedimientos que se desarrollarán. Posteriormente, en días siguientes, el investigador citará a las participantes para la realización de los procedimientos correspondientes. La fecha y hora de cada encuentro serán comunicadas a través del canal asignado, vía WhatsApp.

Procedimientos a realizar:

- Medición de segmentos óseos como la longitud del fémur y tibia (Opcional)
- Medición de peso, talla, talla sentada
- Medición de rangos articulares como rotación interna y externa de la cadera donde debe estar sentado en una caja.

- Medición de varios saltos como CMJ, SJ. Estas pruebas se repetirán las veces necesarias ya que mediante el registro de varios intentos se determinará un promedio. Algunos saltos se descartarán por variabilidad.
- Medición de velocidades de desplazamiento con una prueba de cargas incrementales que partirá de una barra muy liviana hasta llegar una carga máxima de 20 kilos. Dentro de este protocolo se realizarán para cada carga varias repeticiones que serán estandarizadas por un rango de movimiento fijo correspondido por una caja, donde cada participante debe sentirse.

GARANTÍAS DE SU PARTICIPACIÓN

La información se mantendrá bajo estricta confidencialidad y no se utilizará el nombre de su hijo o cualquier otra información que pueda identificarla personalmente.

Toda la información que se obtenga de este estudio de investigación se utilizará únicamente con el propósito que aquí se comenta. Los investigadores de este estudio son los únicos autorizados para acceder a los datos que usted suministre. Los datos obtenidos en el estudio serán de uso exclusivo de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja.

Durante algunas sesiones del estudio, es posible que hagamos grabaciones en video o audio para observar mejor cómo se realizan ciertos ejercicios. Estas grabaciones nos ayudarán a entender el proceso de entrenamiento y cómo evoluciona cada participante. Serán utilizadas principalmente dentro del equipo de investigación, con fines educativos y científicos.

En algunos casos, podríamos querer compartir pequeños fragmentos de esos videos en redes sociales o en materiales que muestran lo que hacemos en este proyecto, siempre con el objetivo de resaltar el valor del trabajo con niñas deportistas. Esto solo se hará si ustedes, como padres o

acudientes, lo permiten por escrito. En todo momento cuidaremos que la imagen de su hija sea tratada con respeto, sin mostrar información personal ni comprometer su privacidad.

Las grabaciones estarán protegidas, y solo el equipo autorizado tendrá acceso a ellas. Para nosotros es muy importante que ustedes se sientan tranquilos y seguros con cada parte del proceso. Participar en el estudio no tiene ningún costo. Los procedimientos y exámenes que se le practiquen en este estudio tampoco tendrán costo a excepción de la valoración médica llevada a cabo por un médico general y será costeadada por los padres o acudientes de las niñas. Ni su hija, ni otra persona involucrada en el estudio, recibirá beneficios políticos, económicos o laborales como compensación por su participación.

La participación de su hija es completamente voluntaria. En cualquier momento puede retirarse del estudio sin que esto afecte su relación con el club, los entrenadores o la universidad. Igualmente, si en algún momento desea que la información que su hija brindo no sea utilizada por los investigadores, lo podrá comunicar y respetaremos la decisión. Le informaremos de los resultados obtenidos en el estudio. También podrá contactar al personal del estudio e informarnos cualquier situación anormal o inesperada en cualquier momento.

ACEPTACIÓN

Por favor marque con una "X" en caso de que acepte o no acepte lo siguiente:

Autorizo a los investigadores del "Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas sobre el rendimiento neuromuscular y la relación fuerza-velocidad en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años, evaluado a través de la fuerza dinámica máxima relativa, explosiva y útil" para:	Acepto	No acepto
Realizar los procedimientos descritos en este documento, necesarios para la realización del estudio de investigación		

Hacer grabaciones en video y audio		
Comunicarse con el personal del estudio e informarnos cualquier situación anormal o inesperada en cualquier momento		
Comunicarse con el personal del estudio para invitarnos a participar de otros estudios de investigación		

Participante

Nombre _____ Cédula _____ Firma _____
 / /
 Día / Mes / Año _____

Testigo 1

Nombre _____ Cédula _____ Firma _____
 / /
 Día / Mes / Año _____
 Relación del testigo con el participante del estudio: _____
 Dirección del testigo: _____

Testigo 2

Nombre _____ Cédula _____ Firma _____
 / /
 Día / Mes / Año _____
 Relación del testigo con el participante del estudio: _____
 Dirección del testigo: _____

ESPACIO RESERVADO PARA EL INVESTIGADOR

En nombre del estudio **"Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas sobre el rendimiento neuromuscular y la relación fuerza-velocidad en patinadoras cucuteñas de 11 a 13 años, evaluado a través de la fuerza dinámica máxima relativa, explosiva y útil"** me comprometo a guardar la identidad de _____ como participante.

Acepto su derecho a conocer el resultado de todas las pruebas realizadas y a retirarse del estudio a su voluntad en cualquier momento. Me comprometo a manejar los resultados de esta evaluación de acuerdo con las normas para la realización de investigación en Colombia (Resolución 8430 de 1993 y Resolución 2378 de 2008) y la ley para la protección de datos personales (Ley estatutaria 1581 de 2012).

Nombre _____ Cédula _____ Firma _____
/ /
Día / Mes / Año

¿INFORMACIÓN O PREGUNTAS ADICIONALES?

Si en algún momento desea obtener información adicional sobre el estudio puede contactar a:

Adolfo Pulido Davila
Adolfo.pulido@usantoto.edu.co
Investigador principal.
Teléfono: 321 665 7454

ACTA DE APROBACION DEL PROYECTO

	Acta Comité de Ética Bioética e Integridad Científica CEBIC	
	Página 1 de 5	
Código: AC-TU-F-32	Versión: 2	Emisión: 20-10-2023

ACTA N.º DII-CEBIC 004									
LUGAR:	Sala de Consejos del Campus Centro Histórico	FECHA:	<table border="1"> <tr> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> </tr> <tr> <td>26</td> <td>06</td> <td>2024</td> </tr> </table>	DD	MM	AA	26	06	2024
DD	MM	AA							
26	06	2024							
HORA INICIO:	DE 9:00 am	HORA DE FINALIZACIÓN:	12:45 pm						
ASISTENTES:	Fray José Gregorio Hernández Tarazona O.P. Diana Mireya Ayala Valderama Mónica Gabriela Huertas Valero Julián Mauricio Soto Morcote Sofía Rodríguez Chaparro Karen Andrea Díaz Giraldo Jorge Alberto Valcárcel Guzmán José Alexander Cely Ramírez Aida Juliana Fonseca Leguizamón								
AUSENTES:	Deivy Alberto Sáenz Rodríguez Santiago María Bordamalo								
INVITADOS:	Estudiantes que presentarán los proyectos								

AGENDA - Oración y Saludo Vicerrector Académico - Verificación del quorum - Lectura y aprobación del acta anterior - Seguimiento a Compromisos - Presentación de proyectos - Proposiciones y Varios
SEGUIMIENTO A COMPROMISOS No hay compromisos pendientes.
DESARROLLO DE LA REUNIÓN - La directora de investigación da la bienvenida al CEBIC - Se lleva cabo la verificación del quorum.



 UNIVERSIDAD SANTOTOMÁS TUNJA		Acta Comité de Ética Bioética e Integridad Científica CEBIC Página 3 de 5
Código: AC-TU-F-32	Versión: 2	Emisión: 20-10-2023
		quienes participen deberán garantizar que no presentan antecedentes de ansiedad, además evitar investigaciones en la cual el usuario pueda desencadenar alguna crisis emocional. E incluir un protocolo para abordar situaciones en las que alguien luego de la prueba presente algún cuadro de ansiedad. Incluir como anexos del proyecto los consentimientos los cuales deben ir en el formato institucional vigente y totalmente diligenciados <i>El proyecto es aprobado.</i>
Relación entre los hábitos de vida, la salud mental y las funciones cognitivas en estudiantes de la Facultad de Cultura Física Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás	Sofía Chaparro	Incluir como anexos del proyecto los consentimientos los cuales deben ir en el formato institucional vigente y totalmente diligenciados <i>El proyecto es aprobado.</i>
Actividad eléctrica del pectoral mayor en la ejecución del press banco plano, inclinado y declinado en estudiantes universitarios de la facultad de cultura física, deporte y recreación	Sebastián Rodríguez Rosal	Incluir como anexos del proyecto los consentimientos los cuales deben ir en el formato institucional vigente y totalmente diligenciados <i>El proyecto es aprobado.</i>
Caracterización morfofuncional de esgrimistas categorías m-15-cadete del departamento de Boyacá	Heyner Rafael Ortega	Incluir como anexos del proyecto los consentimientos los cuales deben ir en el formato institucional vigente y totalmente diligenciados <i>El proyecto es aprobado.</i>
Composición Corporal y Píometría en miembros inferiores de las Deportistas del Equipo Femenino Juvenil de Voleibol de la I.E. INEM Carlos Arturo Torres de la Ciudad de Tunja	Angie Tatiana	Incluir como anexos del proyecto los consentimientos los cuales deben ir en el formato institucional vigente y totalmente diligenciados <i>El proyecto es aprobado.</i>
Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 16 semanas sobre el rendimiento neuromuscular y la relación fuerza-velocidad en patinadoras cucuteñas	Adolfo Pulido Davila	Incluir como anexos del proyecto los consentimientos los cuales deben ir en el formato institucional vigente y totalmente diligenciados <i>El proyecto es aprobado.</i>

DISEÑO EXHAUSTIVO DE LAS 32 SESIONES DE ENTRENAMIENTO DISTRIBUIDAS EN LAS 3 FASES DEL PROGRAMA PARA AMBOS GRUPOS (CERCA Y LEJOS AL PHV), CORRESPONDIENTE A LAS TABLAS 2 A 12.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1RBssrr0dhQrBSRIXdYM0AjW5WTqs_sSG/edit?usp=drive_link&ouid=104359437067575004456&rtpof=true&sd=true



MODELO DE CERTIFICADO EMITIDO POR EL MEDICO



CERTIFICADO MEDICO

CERTIFICO QUE LA PACIENTE LOREIDY DANIELA RODRIGUEZ CRSITANCHO IDENTIFICADA CON
TARJETA DE IDENTIDAD No: 1.091.993.134 NO SUFRE NINGUNA ENFERMEDAD
INFECTOCONTAGIOSA QUE LE IMPIDA VIVIR EN COMUNIDAD NO PADECE DEFECTO FISICO ALGUNO
NI INCAPACIDAD FISICA QUE LE IMPIDA REALIZAR CUALQUIER ACTIVIDAD FISICA.

PESO: 53KG

TALLA: 1.58CM

DADO EN VILLA DEL ROSARIO, A LOS 11 DE AGOATO DEL 2025, A SOLICITUD DE LA INTERESADA(O).


JOSE SABOGAL
MEDICO GENERAL

Escaneado con CamScanner

Calle 5 No 10 - 19 B. San Martín - Villa del Rosario/Norte de Santander - Tel: 5704908 - 3144278453