



**Análisis de la relación de la curva carga-velocidad en sentadilla profunda y el salto vertical
con el rendimiento en 5000 metros en corredores de la ciudad de Medellín**
STROBE

Juan Esteban Londoño Mesa

Artículo de investigación presentado para optar al título de Profesional en Entrenamiento
Deportivo

Asesor

Andrés Rojas Jaramillo, Doctor (PhD) en Ciencias del Deporte

Universidad de Antioquia
Instituto Universitario de Educación Física y Deporte
Entrenamiento Deportivo
Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita

(Londoño Mesa, 2024)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Londoño Mesa, J. (2024). *Análisis de la relación de la curva carga-velocidad en sentadilla profunda y el salto vertical con el rendimiento en 5000 metros en corredores de la ciudad de Medellín*. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Biblioteca Ciudadela Robledo

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a mi asesor de énfasis, quien con su experiencia y conocimiento me guió durante el último año en la producción de este artículo de investigación; quién generó en mi un aprendizaje significativo y me invitó a explorar más en el mundo de la investigación.

A mi cooperador de prácticas académicas, quién desde el centro de prácticas me invitó a estar en constante crítica del quehacer del preparador físico y me brindó de su tiempo y conocimiento para el desarrollo de esta investigación.

A mi familia y a mi novia, quienes siempre estuvieron presentes y pendientes de los avances de esta investigación, y me brindaron paciencia y apoyo para llevar adelante este proyecto.

Al grupo de intervención y a su entrenador, quienes permitieron que este estudio se realizara a cabalidad, siempre con la mejor disposición para la misma. Muchas gracias por su tiempo y colaboración.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Referencias	28

Lista de tablas

Tabla 1	12
Tabla 2	13
Tabla 3	18
Tabla 4	19
Tabla 5	19
Tabla 6	20
Tabla 7	20
Tabla 8	21

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ABK	Abalakov Squat
APA	American Psychological Association
CMJ	Countermovement Jump
EC	Economía de carrera
Km	Kilómetros
M	metros
m/s	Metro sobre segundos (velocidad)
SJ	Squat Jump
SQ#	Squat (sentadilla profunda) - #: carga en kilogramos
UdeA	Universidad de Antioquia
VMP	Velocidad media propulsiva

Resumen

Este estudio cross-sectional analítico tuvo como objetivo analizar los resultados obtenidos en la curva carga – velocidad en sentadilla profunda y salto vertical con respecto al rendimiento de corredores aficionados de 5000 metros. Trece corredores (9 hombres y 4 mujeres con 34,1 años $\pm 7,59$ y 30,8 años $\pm 8,02$ respectivamente) realizaron 3 pruebas del test de Bosco (SJ= Squat Jump, CMJ= Countermovement Jump, ABK= Abalakov), un test incremental en sentadilla profunda para medición de la velocidad media propulsiva (VMP), y una prueba de 5000 metros planos. Tras analizar los datos, los resultados fueron: los hombres presentaron una correlación positiva considerable ($P < 0.05$; $R > 0.800$) y muy fuerte ($P < 0.001$; $R > 0.900$) entre los saltos verticales y la sentadilla con 30kg y 20kg respectivamente (como se evidencia en la literatura); mientras que para las mujeres la correlación fue baja. Además, a parte de SQ20 ($R = -0.655$), no se encontró una correlación significativa entre los saltos y la sentadilla, con el rendimiento en 5000m planos. Se recomienda realizar más investigaciones con este tipo de población.

Palabras clave: carga-velocidad, salto vertical, corredores, 5000m, fondo, corredores aficionados, VMP.

Abstract

This analytical cross-sectional study aimed to analyze the results obtained in the load-velocity curve in deep squat and vertical jump with respect to the performance of amateur runners of 5000 meters. Thirteen runners (9 men and 4 women aged 34.1 years \pm 7.59 and 30.8 years \pm 8.02 respectively) performed 3 trials of the Bosco test (SJ= Squat Jump, CMJ= Countermovement Jump, ABK= Abalakov), an incremental test in deep squat for measurement of mean propulsive velocity (MPV), and a 5000 meters flat test. After analyzing the data, the results were: men presented a considerable ($P < 0.05$; $R > 0.800$) and very strong ($P < 0.001$; $R > 0.900$) positive correlation between vertical jumps and squat with 30kg and 20kg respectively (as evidenced in the literautra); while for women the correlation was low. Furthermore, apart from SQ20 ($R = -0.655$), no significant correlation was found between jumps and squat, with 5000m flat performance. Further research with this type of population is recommended.

Keywords: load-speed, vertical jump, runners, 5000m, long-distance, amateur runners, VMP.

Introducción

Actualmente se le ha brindado mayor importancia al entrenamiento de la fuerza en los deportes donde sus determinantes de rendimiento suelen ser la parte técnica y las capacidades condicionales (González-Badillo et al., 2022), donde generalmente la medalla de oro o donde ser mejor está demarcado por un tiempo o marca, situación que puede no verse reflejada en los planes de entrenamiento para corredores de fondo, donde acumular un alto volumen de kilómetros suele ser representativo dentro de los planes de entrenamiento para los corredores de fondo (Haugen et al., 2022)

La fuerza, entendida desde el deporte, se entiende como “ejercicio físico realizado mediante pesas libres externas ... o máquinas de pesas que permiten una selección precisa de la carga a utilizar en cada ejercicio de entrenamiento” (González-Badillo et al., 2022), pero la realidad en los deportes como el atletismo de fondo se representa en intervenciones de pequeñas dosis a lo largo del macrociclo (Haugen et al., 2022), esto debido a la duda que se ha tenido históricamente sobre si el entrenamiento de fuerza va en contra al trabajo de resistencia, lo que en consecuencia pondría lento al corredor (Haugen et al., 2022).

Con los nuevos estudios respecto al tema, se ha logrado establecer que el entrenamiento de fuerza al menos de 2 sesiones a la semana tendría efectos significativos en la fuerza muscular, la altura del salto vertical y la economía de carrera EC (Balsalobre-Fernández et al., 2016), además de despertar el interés por tener datos puntuales (mediciones) de los corredores en esta capacidad para generar perfiles y controlar la fatiga por sesión (Mañana & Magallanes, 2017). Con respecto a la EC, se interpreta como una medida fisiológica muy importante para los atletas de resistencia que se puede relacionar con el criterio para el rendimiento eficiente (Barnes & Kilding, 2015), lo que se representa por “la demanda de energía para una velocidad dada de carrera submáxima y se expresa como el $VO_{2submáx}$ a una velocidad de carrera dada”, o en otras palabras es “el gasto energético o VO_2 consumido a una velocidad de carrera determinada” (Saunders et al., 2004)

Desde el objetivo deportivo, se tiene que el “*objetivo principal del entrenamiento de la fuerza es aumentar la velocidad del movimiento desarrollado frente a cualquier carga absoluta, y especialmente frente a la carga específica de la competencia*” (González-Badillo et al., 2022), lo que nos lleva a que deportes como el atletismo de fondo donde mejorar la marca significa que hubo acciones más rápidas o mejoras en la técnica, permita responder coherentemente a tal objetivo, y

en consecuencia, a una mejora de la fuerza máxima. Así, investigaciones recientes han evaluado la posibilidad de hacer uso de la velocidad de ejecución del movimiento como un indicador de la carga relativa para el entrenamiento de la fuerza con relación estrecha en la velocidad de ejecución y el %1RM para press banca y sentadilla (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010; Pallarés et al., 2014; Pareja-Blanco et al., 2017; Sánchez-Medina et al., 2014; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011) y con mejoras en la fuerza muscular, el salto vertical, el rendimiento de sprint y la actividad eléctrica (EMG – Electromiograma) tras un programa de entrenamiento (Rodríguez-Rosell et al., 2020) con una mejora significativa en el rendimiento en CMJ y el sprint cuando se trabajaba con pérdida de velocidad del 10% en la sentadilla (Rodríguez-Rosell et al., 2021).

Esto representa un aspecto por explorar en cuanto al entrenamiento de la fuerza en los corredores aficionados donde históricamente se ha planteado el entrenamiento de fuerza por una gran variedad de métodos (Weineck, 2005), y al parecer la clave está en controlar la pérdida de la velocidad (Rodríguez-Rosell et al., 2020). Para esto, se debe contar con datos reales de la población y una evaluación constante sobre la fatiga. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue caracterizar las respectivas curvas carga-velocidad en sentadilla y salto vertical en corredores aficionados de 5000 metros de la ciudad de Medellín, y posteriormente analizar la relación entre estas curvas y el rendimiento específico en los 5000 metros de tales corredores.

Metodología

Diseño del estudio

La presente investigación se considera un estudio observacional, de corte transversal considerado en la literatura como cross-sectional analítico, de alcance correlacional, esto debido a la ausencia de intervención del investigador en el desenlace que se desea evaluar, con evaluación en momento y tiempo específico lo que equivale a tomar una fotografía de algo que sucede en un momento específico; y con la evaluación de 2 o más variables. Su enfoque fue de carácter cuantitativo en el cual se recolectan datos con valores numéricos, el alcance es descriptivo donde se busca recoger datos sobre múltiples variables sin hacer manipulación intencional de ninguna de estas. Se adopta un diseño no experimental en el cuál no se manipulan deliberadamente las variables, se observan situaciones ya existentes y se recolectan datos sobre estas variables (Cvetkovic-Vega et al., 2021)

Configuración

El reclutamiento se realizó el sábado 24 de abril de 2024 a través de una invitación a una reunión virtual, donde se dio información general de lo que se buscaba evaluar en corredores aficionados de la ciudad de Medellín. A esta asistieron 31 personas, dando libertad para la participación en el proyecto. Los interesados diligenciaron un formulario de Google con el objetivo de conocerlos y tener la información pertinente para hablar directamente con ellos y citarlos.

La evaluación de la prueba de saltos y de velocidad en sentadilla se realizó el día 19 de marzo de 2024, en dos horarios: 7:00 am y 5:00 pm. Se le dio libertad a los participantes para que escogiera el horario que más les servía. La evaluación del rendimiento en los 5000m planos, se realizó el día 23 de marzo del mismo año, a las 6:00 am en la pista de atletismo Alfonso Galvis, de la ciudad de Medellín.

Los datos se recopilaron en un archivo de excel, para agilizar la información. Debido a que la investigación era de carácter transversal no se realizó un seguimiento en la investigación.

Población y muestra

El estudio estuvo delimitado para corredores colombianos seleccionados de manera intencionada. Se implementó un muestreo no probabilístico en el cuál la elección de la muestra es

el resultado de la elección de los investigadores, por lo tanto, fueron seleccionados 13 corredores aficionados del equipo Medellin Running Team, con edades comprendidas entre los 24 y 48 años; que tienen a los 5000 metros como una de sus dos pruebas principales, con marcas para hombres inferiores a 24:00 y para mujeres inferior a 25:00 y que llevaran como mínimo un proceso de dos años entrenando atletismo fondo. Se les brindó información previa del objetivo de la investigación y se contó con la participación voluntaria de los corredores.

Criterios de inclusión y exclusión

- **Criterios de inclusión:**

- Corredores con mejores marcas con respecto a la media mundial.
- Corredores que durante los últimos dos años hayan acompañado su entrenamiento de fondo con entrenamiento de fuerza (sea con pesos o autocarga)
- Firma del consentimiento informado.
- En los últimos 60 días previo al estudio, haya realizado una marca en 5000 metros dentro de los rangos establecidos para el estudio.

- **Criterios de exclusión:**

Los participantes fueron excluidos del estudio sí:

- No se presentó a las mediciones en la fecha establecida.
- Dejó de realizar una de las pruebas que se requieren para el estudio.
- Presentó molestias que imposibiliten la realización de una o más pruebas.
- Por voluntad propia y después de haber firmado el consentimiento informado, decidió no participar en el momento de hacer las mediciones.

Variables:

Tabla 1

Operacionalización de las variables independientes

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	VALORES	INDICADOR	ESCALA	ÍTEM
Sexo	Condición orgánica, masculina o	NA	Hombre Mujer	Referencia verbal	Nominal	Hombre (1) Mujer (0)

	femenina, de los animales y plantas					
Talla	Estatura o altura de las personas	NA	En metros o cm.	Cinta métrica	Razón	Valores en metros o cm.
Peso	Fuerza con la que la tierra atrae un cuerpo	Na	En kg.	Báscula	Razón	Valores en kg.

Tabla 2*Operacionalización de las variables dependientes*

VARIABLE	DEFINICIÓN	VALORES	INSTRUMENTO	ESCALA	ÍTEM
SJ Máx	Salto vertical que busca su mayor altura sin ciclo estiramiento acortamiento	Valores en cm	Plataforma de salto	Razón	Valores en cm
CMJ Máx	Salto vertical que busca su mayor altura con ciclo estiramiento acortamiento.	Valores en cm	Plataforma de salto	Razón	Valores en cm
ABK Max	Salto vertical que busca su mayor altura con ciclo estiramiento acortamiento y aprovechamiento de los brazos	Valores en cm	Plataforma de salto	Razón	Valores en cm
Test increment al de sentadilla	Ejercicio básico del entrenamiento de la fuerza (flexión de rodilla y cadera), evaluado por velocidad	En m/seg	Transductor lineal de posición	Razón	Valores en m/seg
Rendimiento 5000m Tseg	Mejor marca en la prueba de 5000 metros planos.	En mm:ss	Cronómetro	Intervalar	Valores en mm:ss

IRM Estimado	Mayor carga que puede levantar en una repetición estimada	En kg.	Transductor lineal de posición	Razón	Valores en kg.
VMP ante diferentes cargas absolutas	Promedio de la velocidad desarrollada desde que comienza el movimiento (fase acelerativa), hasta que la aceleración es menor que la gravedad.	En m/seg	Transductor lineal de posición	Razón	Valores en kg.

Descripción de las variables.

- **Curva carga-velocidad en sentadilla (SQ#)**

El movimiento conocido como sentadilla puede considerarse como uno de los ejercicios básicos del entrenamiento de fuerza. Su principal objetivo es medir la fuerza que pueden realizar los cuádriceps, el glúteo, los aductores, los erectores de la columna, al mover una carga de forma vertical. Para su ejecución, el sujeto se encuentra de pie, con piernas al ancho de los hombros, realiza una flexión de rodilla como si fuera a sentarse y buscar romper los 90° de esta flexión. De inmediato va a generar una fuerza hacia arriba, buscando mover la carga lo más rápido posible, hasta quedar nuevamente de pie.

- **Variable Salto vertical (Test de Bosco) (Torrijos Briceño et al., 2019)**

La prueba de Bosco es una batería de saltos que tiene como objetivo valorar la potencia de miembros inferiores. Para este estudio se tendrá en cuenta 3 saltos de los propuestos por Bosco: squat jump (SJ), el salto contramovimiento (CMJ) y el salto Abalakov (ABK).

- El squat jump (SJ) consistió en realizar un salto vertical, partiendo de la posición de sentadilla a 90°, buscando eliminar el componente elástico-reactivo. El salto debe ser maximal y no se puede realizar ningún tipo de rebote al partir de los 90°. Las manos siempre deben estar sujetas a la cadera. Al realizar el salto, las piernas deben extenderse en su totalidad y no flexionarlas en ningún momento mientras está en fase de vuelo.

- El salto contramovimiento (CMJ) se parte de posición de pie y con las manos sujetas en la cadera en todo momento. Se realiza flexo-extensión de rodillas, buscando bajar

a 90° y de inmediato se asciende a realizar el salto, donde no se flexionan rodillas en fase de vuelo e igualmente busca ser maximal.

- El Abalakov (ABK) es el salto anteriormente nombrado (CMJ) solo que en esta ocasión se deja en libertad el uso de los brazos, buscando sean palanca para el movimiento en ascenso. Cuando se encuentra en sentadilla, los brazos están en extensión de codo por detrás del tronco, y pasan al frente al tiempo que se realiza la extensión de rodilla y salto maximal en vertical.

- **Variable Rendimiento en 5000 metros planos (Tseg)**

La variable de carrera fue la prueba de 5000 metros planos donde una de sus principales características es lograr mantener un ritmo fuerte en un periodo prolongado de tiempo. En este estudio se evaluó el rendimiento de los corredores aficionados en la prueba de 5000 metros.

- **Variables contaminantes de las pruebas.**

Dentro de las variables contaminantes del estudio, no se controló el viento posible en la pista, en contra o a favor de los corredores en la prueba de los 5000 metros; y con respecto al escenario, no hubo intervención alguna de corredores externos a la prueba durante el recorrido, lo que no afectó el rendimiento de los participantes.

• **Material utilizado para medir las variables del estudio:**

- Cinta métrica: Instrumento flexible y enrollable que permite medir longitudes. En el presente estudio se utilizará como medio para medir la longitud de las piernas y la altura de la sentadilla a 90°.

- Báscula digital: Instrumento que utiliza la gravedad para medir la masa de un objeto. Se utiliza para medir el peso de los sujetos.

- Plataforma de contacto: Tapete que se usa para medir los saltos verticales de un sujeto, de marca Chronojump.

- Transductor lineal de posición: Elemento electromecánico que relaciona la energía eléctrica con la mecánica, que transforma el movimiento en una señal eléctrica, es decir, de energía mecánica a pulsos, ondas, entre otras. Esta señal eléctrica será medida por un dispositivo con el fin de controlar el movimiento. En este caso se usó un ADR Encoder.

- **Espacio utilizado para la medición de las variables:**

- Pista de atletismo del estadio Alfonso Galvis Duque: pista Mondo de 400m (carril 1) que cuenta con 8 carriles reglamentarios, avalada por la World Athletics, clase 2. Se encuentra en Medellín, Antioquia; a 1495 msnm.

- Coliseo multipropósito de la Universidad CES Poblado.

- **Instrumentos para registrar y procesar la información:**

- Base de datos de saltos: documento arrojado por el programa chronojump donde se refleja el nombre de cada sujeto y las marcas registradas en los diferentes saltos.

- Base de datos para variables: hoja de Excel con diseño creado por el investigador para registrar en el momento de las mediciones, los datos obtenidos por cada atleta en sentadilla y en los 5000 metros. Se contará con dos columnas por sujeto, donde se pondrá los kilos levantados y la velocidad a la cuál ejecutó el movimiento, y una columna extra para recopilar los tiempos empleados en la prueba de carrera.

- Software Microsoft Excel 2023: Es una hoja de cálculo digital. En el presente estudio el software facilitará la organización de los datos y procesamiento de estos para determinar las variables.

- Jamovi.

Predisposición:

Para contrarrestar los sesgos que se pudieron presentar en la investigación (Palomino Moral et al., 2011): sesgos de selección, de medición y análisis; se procedió:

- Se capacitó a los evaluadores en el manejo de los instrumentos de recolección de los datos.

- A los evaluados, se les explicó adecuadamente los objetivos del estudio y cada uno de los procedimientos que se realizaron dentro de él. Se garantizó que los datos obtenidos sólo serán utilizados para el estudio.

- El manejo de los instrumentos y evaluación de los usuarios fue realizado por una única persona para todos los sujetos. Esta persona fue invitada por el investigador como asistente para contrarrestar el efecto del investigador.

- Los datos obtenidos por el asistente evaluador fueron recopilados directamente en Excel por una única persona (investigador) para todos los sujetos.

- Se realizó un protocolo detallado para la evaluación de los sujetos.
- Se realizó una prueba piloto con el instrumento con el objetivo de conocer dificultades que se puedan presentar durante la aplicación de las pruebas y la evaluación en campo.

Métodos estadísticos:

Se realizó un análisis univariado con el fin de describir las medidas de tendencia central y dispersión de las variables sociodemográficas como son el sexo, el peso y la talla. Para esto, se efectuó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en se observó una distribución normal de los datos por lo que la descripción se realizó con medias y desviación estándar.

Luego, en el análisis bivariado, se analizó la relación de los diferentes tipos de carga en la curva carga-velocidad vs el rendimiento específico en 5000m, como los datos presentaron una distribución normal se utilizó la r de Pearson, presentando la R, el valor P y el intervalo de confianza del 95%. El análisis estadístico se realizará a través de Jamovi.

7 Resultados

Participantes:

El reclutamiento se realizó el sábado 24 de abril de 2024 a través de una invitación a una reunión virtual, donde se dio información general de lo que se buscaba evaluar en corredores aficionados de la ciudad de Medellín. A esta asistieron 31 personas, de las cuales 13 aceptaron la invitación a la investigación y permanecieron en esta hasta su culminación.

Datos descriptivos:

La muestra estuvo conformada por 13 sujetos de las cuales 9 fueron hombres y 4 mujeres (69,23% y 30,77% respectivamente) con una edad media de 30.8 años (F) ($s=8.02$ años) y de 34.1 años ($s=7.59$ años). Debido al número de sujetos evaluados ($n<50$) se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para hallar su normalidad.

Tabla 3

Prueba de normalidad para variables cuantitativas

Descriptivas	Sexo	Edad	Altura	Peso	SJ Max	CMJ Max	ABK Max	5000 Tseg	1RM Estima do
Nro	F	4	4	4	4	4	4	4	4
	M	9	9	9	9	9	9	9	9
W de	F	0.885	0.872	0.959	0.976	1.000	0.774	0.959	0.911
Shapiro-Wilk	M	0.920	0.907	0.962	0.984	0.955	0.952	0.917	0.939
Valor p de	F	0.359	0.306	0.776	0.876	0.999	0.063	0.776	0.489
Shapiro-Wilk	M	0.394	0.292	0.822	0.982	0.740	0.710	0.370	0.570

Así, todas las variables cuentan con distribución normal ($P > 0,05$). Se procede a describir las variables de rendimiento del estudio, tomando la media y la desviación estándar para cada variable:

Tabla 4*Resultados de las medidas de tendencia central en las variables con distribución normal*

Descriptivas	Sexo	Edad	Altura	Peso	SJ Max	CMJ Max	ABK Max	5000 Tseg	1RM Estima do
Nro	F	4	4	4	4	4	4	4	4
	M	9	9	9	9	9	9	9	9
Media	F	30.8	163	54.9	22.7	23.5	23.3	1381	37.2
	M	34.1	172	70.6	32.3	34.0	36.4	1287	69.0
Desviación estándar	F	8.02	3.66	3.60	3.53	4.10	2.13	99.5	12.4
	M	7.59	5.01	8.05	5.12	5.24	5.20	125	26.3

Para el análisis bivariado, se realizó la prueba de r de Pearson para la relación entre las curvas cargas velocidad de la sentadilla, salto vertical y el rendimiento en 5000m planos arrojando los siguientes resultados:

Tabla 5*Matriz de correlaciones para variables de fuerza (masculino)*

Squat	Ítems	SJ Max	CMJ Max	ABK Max
SQ20	R de Pearson	0.961	0.940	0.946
	Gl	7	7	7
	Valor p	< .001	< .001	< .001
	IC 95% Superior	0.992	0.988	0.989
	IC 95% Inferior	0.823	0.734	0.757
	SQ30	R de Pearson	0.919	0.866
Gl		6	6	6
Valor p		0.001	0.005	0.015
IC 95% Superior		0.986	0.975	0.964
IC 95% Inferior		0.609	0.413	0.246
SQ40		R de Pearson	0.843	0.710
	Gl	5	5	5

	Valor p	0.017	0.074	0.120
	IC 95% Superior	0.976	0.953	0.940
	IC 95% Inferior	0.246	-0.093	-0.216
SQ50	R de Pearson	0.867	0.688	0.613
	Gl	3	3	3
	Valor p	0.057	0.199	0.272
	IC 95% Superior	0.991	0.977	0.970
	IC 95% Inferior	-0.063	-0.494	-0.587

Tabla 6

Matriz de correlaciones para variables de fuerza y tiempo en 5000m (masculino).

Variables	Ítems	SJ	CMJ	ABK	SQ20	SQ30	SQ40	SQ50
		Max	Max	Max				
Tseg	R de Pearson	-0.085	0.023	-0.180	-0.141	-0.218	-0.149	-0.096
	Gl	7	7	7	7	6	5	3
	Valor p	0.827	0.954	0.642	0.718	0.604	0.749	0.879
	IC 95% Superior	0.614	0.677	0.550	0.577	0.575	0.680	0.859
	IC 95% Inferior	-0.709	-0.651	-0.754	-0.736	-0.800	-0.811	-0.902

Tabla 7

Matriz de correlaciones para variables de fuerza (femenino)

Squat	Ítems	SJ Max	CMJ Max	ABK Max
SQ20	R de Pearson	0.154	0.117	-0.095
	Gl	2	2	2
	Valor p	0.846	0.883	0.905
	IC 95% Superior	0.971	0.969	0.953
	IC 95% Inferior	-0.947	-0.951	-0.968

Tabla 8

Matriz de correlaciones para variables de fuerza y tiempo en 5000m (femenino).

Variables	Ítems	SJ	CMJ	ABK	SQ20
		Max	Max	Max	
Tseg	R de Pearson	0.523	0.471	0.783	-0.655
	GI	2	2	2	2
	Valor p	0.477	0.529	0.217	0.345
	IC 95% Superior	0.988	0.986	0.995	0.826
	IC 95% Inferior	-0.881	-0.896	-0.720	-0.992

Con respecto a la correlación entre las variables de fuerza (SQ# y saltos verticales), para los hombres, se comprueba una vez más que existe una correlación positiva considerable y muy fuerte entre estas variables. Para las mujeres, esta relación no se dio.

Se encontró que no existe una correlación estadísticamente significativa entre las variables de fuerza y el rendimiento en 5000m planos para los hombres. Con respecto a las mujeres, solo se encontró una correlación negativa media entre SQ20 y el Tseg ($R = -0.655$)

8 Discusión

El propósito de esta investigación fue analizar la relación entre las curvas carga-velocidad en sentadilla y salto vertical con respecto al rendimiento específico en los 5000 metros planos en corredores aficionados de la ciudad de Medellín.

Para las mujeres, el test en sentadilla se detuvo con 20kg debido a que se presentó poca técnica y control con el movimiento realizado, lo cual se consideraba por los investigadores como una de las causantes para no generar progresión en la carga. Para los hombres, solo un sujeto se detuvo en los 20kg, uno en los 30kg, 2 sujetos en los 40kg, 2 sujetos para 50kg, uno alcanzó los 60kg, y los dos restantes llegaron a los 70kg.

Con respecto a los saltos, todos los participantes realizaron dos saltos por prueba, y se escogió la mejor para esta investigación.

Al analizar primero la correlación entre las variables de fuerza (SQ y saltos verticales) para los hombres, se encontró una correlación estadísticamente significativa ($P < 0.01$) entre el SQ20 y SJ ($R = 0.961$), CMJ ($R = 0.940$) y ABK ($R = 0.946$), lo que indica que a mayor velocidad de ejecución en la sentadilla (SQ20) mayor es la altura del salto vertical, tal como lo evidenció (Pareja-Blanco et al., 2017). Para SQ30 y los saltos, se encontró una correlación estadísticamente significativa ($P < 0.05$) con SJ ($R = 0.919$), y con una correlación considerable para CMJ ($R = 0.866$) y ABK ($R = 0.810$) que tiene semejanza a lo que se evidencia en el estudio ya mencionado.

Los valores encontrados para las variables SQ40 y SQ50 representan una correlación moderada ($P < 0.05$) con el SJ ($R = 0.843$ y $R = 0.867$ respectivamente). Para las variables de SQ40 y SQ50 con el CMJ y ABK, no se encontró una correlación estadísticamente significativa (SQ40 con CMJ ($R = 0.710$), con ABK ($R = 0.642$) y SQ50 con CMJ ($R = 0.688$), con ABK ($R = 0.613$)) lo cual pudo darse debido a la inexperiencia de los corredores a trabajar con cargas absolutas relativamente altas para ellos.

Con respecto a las mujeres, no se encontró una correlación entre SQ20 ($P > 0,05$) y SJ ($R = 0.154$), CMJ ($R = 0.117$) y ABK ($R = -0.095$), lo que significa que, para esta población, la altura del salto vertical no se relaciona con la capacidad de generar fuerza en sentadilla, diferente a lo encontrado por (Pareja-Blanco et al., 2017).

Estos resultados (SQ40, S50 para hombres y SQ20 para mujeres) pueden estar relacionados con el tipo de entrenamiento que realizan los sujetos. Esta investigación permitía que cualquier

persona que realizara algún trabajo de fuerza como complemento a su plan de resistencia, fue admitido, más no se indicó cómo debían ser los trabajos de fuerza, o si al menos entrenaba con pesos y movimientos como la sentadilla o similares.

Al analizar las diferentes variables de fuerza con el rendimiento en los 5000metros planos se encontró que, para los hombres, no se encontró una relación significativa entre el rendimiento en 5000m y los diferentes saltos verticales y los SQ (todos con $P>0.05$). Entre el tiempo del 5000m Masc y SJ ($R= -0.085$), CMJ ($R= 0.023$), ABK ($R= -0,180$), SQ20 ($R= -0.141$), SQ30 ($R= -0.218$), SQ40 ($R= -0,149$) y SQ50 ($R= -0.096$), que nos indica que, para esta población, el hecho de correr más rápido no significa que salte más o que sea capaz de producir más fuerza en menos tiempo.

Con respecto a las mujeres, los resultados no son muy diferentes. No se encontró una relación significativa entre el rendimiento en 5000m y los diferentes saltos verticales y los SQ (todos con $P>0.05$). Entre el tiempo del 5000m Fem y SJ ($R= 0.523$), CMJ ($R= 0.471$), ABK ($R= 0,783$), SQ20 ($R= -0.655$) donde la única correlación negativa media fue la de SQ20. Estos datos igualmente nos indican que, para esta población, el hecho de correr más rápido no significa que salte más o que sea capaz de producir más fuerza en menos tiempo.

Con respecto a los resultados obtenidos, queda en claro que los resultados obtenidos por la población que participó de esta investigación no representan una correlación positiva, lo cual sería importante continuar evaluando e investigando con poblaciones más numerosas para revisar si se mantiene la estadística o si, por el contrario, se encuentra una relación entre la variable de los 5000m y las variables de fuerza.

Dentro de las posibles causas, se puede presentar que uno de los criterios de inclusión fue que realizara algún tiempo de entrenamiento de fuerza, pero fue un criterio posiblemente muy amplio, lo cual permitía que una persona que su entrenamiento de fuerza constara de autocarga o entrenamientos HIIT, se enfrentara a una medición con barras y discos, además de técnicas de movimiento específicas, situación que podría generar incertidumbre y susto ante el participante a la hora de presentar el test.

Igualmente, la mayoría de los evaluados nunca habían realizado un test de Bosco, y a pesar de que se les brindó indicaciones del protocolo y hubo ensayos, podía generar incertidumbre y susto para los evaluados a la hora de entrar a la plataforma de saltos.

Puesto que en la literatura es poca la evidencia aun para corredores de fondo, y en especialmente para corredores aficionados, se recomienda realizar un estudio longitudinal con este

tipo de población, donde pueda generarse mayor asimilación de la técnica de cada ejercicio y su posterior análisis en el tiempo sobre la correlación o no entre estas variables y el rendimiento en 5000m planos, con el fin de obtener mayor cantidad de datos y generar un análisis más amplio.

Es importante no generalizar estos resultados presentados, debido a que, aunque se presentan unas posibles causas de por qué se dieron estos resultados, es necesario conocer más a fondo cómo entrena cada grupo y cuál es el conocimiento o práctica de ellos en los test a evaluar.

9 Conclusiones

A pesar de que la teoría reciente ha demostrado que el entrenamiento de fuerza basado en el control de la velocidad representa mejoras significativas en el rendimiento específico en la velocidad de sprint, el salto vertical y la fuerza muscular, para esta población, no se evidenció una relación directa entre la velocidad de ejecución con el rendimiento en 5000 metros.

Al igual que en la literatura consultada, se evidencia una correlación significativa entre la sentadilla profunda con 20kg y los saltos verticales evaluados (SJ, CMJ, ABK), lo que puede estar relacionado con la forma en la que entrenan los sujetos la respectiva capacidad física condicional (fuerza), el cual consta de trabajos con autocargas o pesos bajos.

10 Aplicaciones prácticas

Se recomienda que en futuras investigaciones donde se pretenda evaluar a corredores aficionados con respecto a variables relacionadas al entrenamiento de fuerza basado en el control de la velocidad, se genere un criterio de inclusión que respete que el sujeto tenga entrenamiento con los ejercicios básicos a evaluar, para que no se vuelva este un sesgo para el estudio.

Se recomienda delimitar más la población con respecto a las marcas de rendimiento en el 5000m, ya que los rangos escogidos para el presente estudio fueron amplios, lo que pudo generar que los resultados del estudio se vieran afectados.

Un estudio longitudinal con corredores a partir del entrenamiento basado en el control de la velocidad representaría mayor acercamiento de los sujetos a evaluar a las respectivas pruebas, además de que posiblemente generaría más información para conocer realmente cómo se representa y actúa este entrenamiento en corredores aficionados.

Referencias

- Balsalobre-Fernández, C., Santos-Concejero, J., & Grivas, G. V. (2016). Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: A Systematic Review With Meta-Analysis of Controlled Trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2361-2368. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001316>
- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: Measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0007-y>
- Cvetkovic-Vega, A., Maguiña, J. L., Soto, A., Lama-Valdivia, J., López, L. E. C., Cvetkovic-Vega, A., Maguiña, J. L., Soto, A., Lama-Valdivia, J., & López, L. E. C. (2021). Estudios transversales. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(1), 179-185. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v21i1.3069>
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). 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., 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>
- Haugen, T., Sandbakk, Ø., Seiler, S., & Tønnessen, E. (2022). The Training Characteristics of World-Class Distance Runners: An Integration of Scientific Literature and Results-Proven Practice. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00438-7>

- Mañana, M., & Magallanes, C. (2017). Perfil antropométrico y de rendimiento de corredores de fondo uruguayos de elite. *Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte*, *10*, 38-47.
- Pallarés, J. G., Sánchez-Medina, L., Pérez, C. E., De La Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2014). Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. *Journal of Sports Sciences*, *32*(12), 1165-1175. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.889844>
- Palomino Moral, P. A., Pino Casado, R. del, & Frías Osuna, A. (2011). El control de sesgos en la investigación cuantitativa enfermera. *Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria: RIdEC*, *4*(1), 24-34.
- 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 & Science in Sports*, *27*(7), 724-735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2020). Velocity-based resistance training: Impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, *45*(8), 817-828. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0829>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2021). Effect of velocity loss during squat training on

- neuromuscular performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(8), 1621-1635. <https://doi.org/10.1111/sms.13967>
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1725-1734. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318213f880>
- Sánchez-Medina, L., González-Badillo, J. J., Pérez, C. E., & Pallarés, J. G. (2014). Velocity- and Power-Load Relationships of the Bench Pull vs. Bench Press Exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 35(3), 209-216. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1351252>
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. (2004). Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners. *Sports Medicine*, 34(7), 465-485. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00005>
- Torrijos Briceño, J. F., Acosta Tova, P. J., & Benítez Vargas, D. S. (2019). *Correlación entre la fuerza explosiva del tren inferior y la agilidad en el fútbol sala*. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v5.n1.2019.1120>
- Weineck, J. (2005). *ENTRENAMIENTO TOTAL*. Editorial Paidotribo.

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

Yo _____ declaro que he sido informado e invitado a participar en una investigación denominada “Caracterización de la curva carga – velocidad en sentadilla y salto vertical en corredores aficionados de 5000 metros de la ciudad de Medellín. Un estudio cross-sectional analítico”; siendo éste un proyecto de investigación científica que cuenta con el respaldo del comité de ética GRICAFD de la universidad de Antioquia.

Entiendo que este estudio busca caracterizar la curva carga – velocidad en sentadilla en corredores aficionados de 5000 metros de la ciudad de Medellín el cuál se evaluará en las instalaciones de la Universidad CES el martes 19 de marzo del 2024, en el horario 7 am – 9 am o 5 pm – 7 pm. Me han explicado que la información registrada será confidencial, y que los nombres de los participantes serán asociados a un número de serie, esto significa que los resultados no podrán ser conocidos por otras personas ni tampoco ser identificadas en la fase de publicación de resultados.

Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, no obstante, esta información podrá beneficiar de manera indirecta a la población de running en general y por lo tanto tiene un beneficio para la sociedad dada la investigación que se está llevando a cabo. Asimismo, sé que puedo negar la participación o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa ni consecuencias negativas para mí.

Acepto voluntariamente participar en este estudio.

Firma participante:

Fecha:

Anexo 2. Confidencialidad de la información y la privacidad, la intimidad y la integridad de los participantes

Los datos y los resultados obtenidos en esta investigación solo serán utilizados con fines académicos, y solo tendrán acceso los investigadores y el participante si así lo desea. Los datos obtenidos serán guardados en un computador con contraseña para absoluta confidencialidad. Además de esto, durante la publicación de los resultados, se guardará la identidad de los deportistas, asignando un número o código para identificarlos en el estudio. Estos datos serán guardados durante un año.

Anexo 3. Declaración de las normas nacionales vigentes de investigación en el área

Se cumplirá todo lo acordado con respecto a las investigaciones con seres humanos, según la Declaración de Helsinki, además de garantizar el cumplimiento de lo estipulado por el Ministerio de Protección Social en la Resolución 8430 de 1993, según la cual, este estudio tiene un grado de riesgo mayor al mínimo. En caso de lesión durante los tests, el sujeto será inmediatamente trasladado al centro médico más cercano, donde será atendido por la respectiva EPS o póliza deportiva. Se solicitará al Comité de Ética de la Universidad de Antioquia, el aval ético para desarrollar la investigación.

Anexo 4. Pertinencia y valor social de la investigación

Con esta investigación se proporciona información de gran utilidad, principalmente para los deportistas y entrenadores de ajedrez que se han alejado de la preparación física por ser un deporte con tanta dominancia cognitiva.

Anexo 5. Métodos, procesos y medios que se destinarán a la captación (reclutamiento) de potenciales participantes

Todas las personas e instituciones involucradas de manera directa o indirecta en el presente estudio serán informadas de todos los detalles de la investigación en cuanto a los riesgos, resultados y aportes al campo académico y deportivo. Además, la participación de los sujetos será voluntaria.

Anexo 6. Descripción del proceso de gestión para la obtención del consentimiento informado

La voluntad de participar en el estudio quedará registrada mediante la firma del consentimiento informado, en una de las sesiones de intervención.

Anexo 8. Declaración de los investigadores

Yo, Juan Esteban Londoño Mesa, declaro que cuento con el acceso al equipo de corredores de Medellín Running Team, así como a los registros de las marcas de 5000m recientes y sus respectivos entrenamientos de fuerza, además de los espacios requeridos para las evaluaciones en la Universidad CES y en la pista de atletismo Alfonso Galvis de Medellín, la implementación para la realización de la misma, y a la debida capacitación en los procesos a realizar.

Anexo 9. Cronograma

FASE	ETAPA	ACTIVIDADES	FECHA
CONCEPTUAL	Formulación del problema	Identificación del contexto	Del lunes 14 de agosto al lunes 04 de septiembre de 2023
	Revisión del tema	Planteamiento de objetivos, revisión de fuentes, resguardo documentos obtenidos.	
	Marco teórico	Análisis de antecedentes del tema, adquisición de conceptos.	Del lunes 04 de septiembre al lunes 18 de septiembre de 2023
	Selección del diseño	Determinar el tipo de estudio	

PLANEACIÓN Y DISEÑO	Identificación de la población	Identificar corredores de equipos de running de la ciudad	Del lunes 18 de septiembre al lunes 25 de septiembre de 2023
	Métodos para medir	Determinación de protocolos de medición	Del lunes 25 de septiembre al lunes 23 de octubre de 2023
	Plan de muestreo	Delimitación de la población	
	Terminación de plan de investigación	Envío/presentación ante comité de carrera y comité de ética	Del lunes 23 de octubre al 20 de noviembre de 2023
EMPÍRICA	Colecta de datos	Medición de variables (test de sentadilla, test de Bosco y rendimiento en 5000m planos)	Del lunes 12 de febrero al lunes 25 de marzo de 2024
	Preparación de datos	Recopilación de información en excel	
ANALÍTICA	Análisis de datos	Organización y procesamiento de datos en fórmulas para aplicar	Del lunes 01 de abril al lunes 29 de abril de 2024
	Interpretación de resultados	Conclusiones y discusión acerca de los datos obtenidos	Del lunes 29 de abril al lunes 27 de mayo de 2024
DIFUSIÓN	Comunicación de resultados	Exposición de resultados obtenidos ante el comité de carrera de EDUFID	Jueves 30 de junio

Anexo 10. Protocolo de intervención.

Descripción de la intervención

Desarrollo de una sesión de evaluación de la curva carga velocidad en sentadilla profunda y en batería de Bosco. Inicialmente se brindará información sobre el protocolo a seguir, se tomarán medidas requeridas por el software de chronojump, posteriormente se realizará un calentamiento y un acercamiento a los ejercicios a ejecutar. Se realizará el test de salto inicialmente y se concluirá con el test de sentadilla profunda. La tercera variable (rendimiento en 5000m planos) se evaluará a los 4 días de esta intervención en la pista de Atletismo Alfonso Galvis.

INICIO	
Saludo, se brindará información general de los tests a realizar.	

Se compartirá el consentimiento informado para que sea firmado por los participantes.	5 min
RECOLECCIÓN DE DATOS	
<p>Se tomarán los datos requeridos por la plataforma de chronojump:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre - Peso - Talla - Longitud de la pierna (desde el trocánter mayor del fémur hasta la parte más distal del primer dedo) - Altura de la sentadilla a 90° (desde el trocánter mayor del fémur hasta el piso) 	15 min
CALENTAMIENTO Y APROXIMACIÓN	
<p>Se realizará:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Movilidad articular: tobillo, rodilla, cadera, tronco, brazos. 2. Estiramiento dinámico: extensión de rodilla a tocar punta de pie, flexión de cadera con extensión de rodilla, flexión de rodilla con flexión de cadera, jumping jacks, desplazamientos laterales, inch worm, abducción de cadera. 3. Aproximación: Sentadilla profunda, sentadilla con saltos, zancada alternada, reverencias. Los 3 movimientos para evaluar. 	12 min
TEST DE BOSCO	
<p>El test de Bosco se ejecutará sobre la plataforma de saltos Chronojump. El protocolo consta de 3 saltos (Squat Jump, Countermovement Jump y el Abalakov). Cada participante realizará el salto dos veces, con un descanso de 2 minutos entre cada uno. Es importante recordar los protocolos de estos saltos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SJ: se comienza de pie, con las manos en la cadera. El evaluador indicará al sujeto que baje a posición de sentadilla donde permanecerá por 4 segundos, y a la voz del evaluador “ya”, el participante realizará un salto, sin soltar las manos del cuerpo, y sin flexionar las rodillas, cayendo dentro de la plataforma. 2. CMJ: se comienza de pie, con las manos en la cadera. A la voz del evaluador “cuando quiera”, el participante bajará a posición de sentadilla profunda 	18 min

<p>y realizará su mejor salto, este aprovechando el ciclo acortamiento estiramiento de los cuádriceps, y sin soltar las manos del cuerpo.</p> <p>3. ABK: Se realiza el mismo protocolo del segundo salto, solo que esta vez se aprovecha el uso de las manos en la ejecución, acompañando coordinadamente el movimiento.</p>	
TEST DE SENTADILLA PROFUNDA - INCREMENTAL	
<p>Después de una activación nuevamente, se procederá:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar el test de manera detallada 2. Los sujetos pasaron en orden de llamado a realizar las repeticiones con 20kg 3. Se aumentará a 30kg, y así sucesivamente hasta el mayor peso posible para cada sujeto. 4. Se pausará la prueba por sujeto según la velocidad no supere los 0,75 m/seg o la ejecución técnica no sea la más adecuada. 	20 min
TEST DE 5000 M PLANOS	
<p>Esta variable de rendimiento se evaluará el día sábado en la pista de atletismo Alfonso Galvis, así:</p> <p>Se realizará una movilidad articular de 10min y un calentamiento (trote suave) de 10min. Se realizará un estiramiento dinámico y un trabajo de técnica de carrera (15min). Se tomará el tiempo de las 12,5 vueltas que conforman los 5mil metros planos. Se realizará un estiramiento.</p>	60 min