

Velocity loss in sprint with resisted sled in highly competitive young female soccer players

Pérdida de velocidad en sprint con trineo de resistencia en mujeres futbolistas jóvenes de alta competición

Cristian Cofré Bolados^{1*}, Sergio Duarte Meneses¹, John Cursach², Félix Vidal Díaz³, Claudio Farias Valenzuela⁵, Loreto Rojas Trelles⁴, Hernán Torres⁴, Adolfo Fuentes¹

¹ Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Santiago de Chile, USACH, Santiago a7500618, Chile.

² Área Física del Club Universidad de Chile, Azul Azul S.A.

³ Navarrabiomed, Hospital Universitario de Navarra (HUN), Navarra Institute for Health Research (IdiSNA), Universidad Pública de Navarra (UPNA), 31008 Pamplona, España.

⁴ Área de Ciencias Aplicadas al Fútbol, ANFP, Federación de Fútbol de Chile.

⁵ Escuela de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Las Américas, Santiago 9170022, Chile.

* Correspondence: Cristian Cofré Bolados; cristian.cofre@usach.cl

ABSTRACT

The literature presents a variety of methods to improve acceleration speed, such as resisted sled sprint training. The aim of this study was to describe the behavior of time, speed, and speed loss when executing accelerations in 20 meters without load and with a resistance sled with loads equivalent to 8%, 12%, and 15% of body weight. It corresponded to a descriptive cross-sectional study. A repeated measures ANOVA analysis was performed for the four conditions: acceleration race without resistance; with 8% of body weight; 12% of body weight; and 15% of body weight in time in seconds to travel the first 10 meters; the 10 to 20 meter section; and the entire distance from 0 to 20 meters; speed in km/h to travel from 0 to 10 meters; from 10 to 20 meters; and from 0 to 20 meters; speed loss with different loads, contrasted with running without resistance; from 0 to 10 meters; from 10 to 20 meters; and from 0 to 20 meters. The sled training showed limited speed losses with very light resistances of 8%, while light resistances of 12% and 15% produced significant losses over the average speed, exceeding the threshold that affected the kinetics and kinematics of the acceleration race.

KEYWORDS

Female Soccer; Resisted Sprint; Acceleration Speed

RESUMEN

Existe una variedad de métodos efectivos para entrenar la velocidad de aceleración, como el entrenamiento de sprint con trineo resistido. El objetivo de este estudio fue describir el comportamiento del tiempo, la velocidad y la pérdida de velocidad al ejecutar aceleraciones en 20 metros sin y con trineo con cargas equivalentes al 8%, 12% y 15% del peso corporal. Corresponde a un estudio descriptivo de corte transversal. Se realizó un análisis ANOVA de medidas repetidas para carrera de aceleración sin resistencia; con 8% del PC; 12% del PC; 15% del PC en tiempo para los primeros 10 metros; entre 10 a 20 metros; distancia de 0 a 20 metros; velocidad en km/h de 0 a 10 metros; velocidad en km/h de 10 a 20 metros; velocidad en km/h de 0 a 20 metros; pérdida de velocidad con las diferentes cargas, contrastadas con la carrera sin resistencia. El entrenamiento de trineo mostró pérdidas de velocidad limitadas con resistencias muy ligeras del 8%, mientras que las resistencias ligeras del 12% y 15% produjeron pérdidas importantes sobre la velocidad promedio, superando el umbral que afectó la cinética y cinemática de la carrera de aceleración.

PALABRAS CLAVE

Fútbol Femenino; Carrera Lastrada; Aceleración

1. INTRODUCCIÓN

El fútbol se caracteriza por ser un deporte intermitente de alta intensidad, implicando una amplia variedad de acciones exigentes como cambios de dirección, sprints, aceleraciones y desaceleraciones (Oliva-Lozano et al., 2023). Con el transcurso del tiempo, se ha evidenciado un incremento en la demanda física e intensidad de los partidos (Fernandez-Galvan et al., 2022). Específicamente, los futbolistas son cada vez más rápidos, independiente del sexo y edad (Alcaraz et al., 2018) y además, están llevando a cabo estas acciones con una frecuencia creciente (Nobari et al., 2022). Por ejemplo, se observó un aumento del 30% en los sprints lineales entre las temporadas 2006-2007 y 2012-2013 en la “Premier League” inglesa (Fernandez-Garcia et al., 2022). Por otra parte, el rendimiento en sprint ha demostrado ser un indicador efectivo para diferenciar el rendimiento entre futbolistas, sobre todo en distancias de 10 metros o menos (Fernandez-Galvan et al., 2022). En particular, la capacidad de acelerar en distancias

cortas (por ejemplo, ≤ 10 m) se ha establecido como un factor crítico para el éxito en los partidos (Nicholson et al., 2021). En consecuencia, tanto entrenadores como investigadores están constantemente en la búsqueda de métodos cada vez más eficaces y eficientes para mejorar el rendimiento del sprint en futbolistas profesionales (Lahti et al., 2020).

La literatura ha documentado una variedad de métodos efectivos para mejorar este parámetro, entre ellos, el entrenamiento de fuerza, pliométrico, tradicional de sprint, métodos combinados y el entrenamiento de sprint con trineo resistido (ESTR) (Hicks et al., 2020). Este último ha generado un gran interés y se ha convertido en una herramienta popular para este fin, gracias a su bajo costo, eficacia y versatilidad (Cahill et al., 2020; Lahti et al., 2020; Osterwald et al., 2021; Petrakos et al., 2019; Uthoff et al., 2021). El ESTR se caracteriza por ser “específico” debido a que desarrolla específicamente la generación de fuerza horizontal y el impulso en cada contacto con el suelo por parte de los grupos musculares utilizados, promoviendo la mejora del rendimiento en el sprint (Pareja-Blanco et al., 2021). De este modo, las cargas utilizadas deben ser lo suficientemente adecuadas para generar un estímulo apropiado, pero sin alterar drásticamente las características cinéticas y cinemáticas de este ejercicio (Petrakos et al., 2016; Sinclair et al., 2021). En la literatura, es posible encontrar dos perspectivas sobre la carga a utilizar (Alcaraz et al., 2018; Zabaloy et al., 2022). Por un lado, emplear cargas ligeras ($\leq 20\%$ del peso corporal) permite a los atletas simular el sprint sin alterar significativamente las características mecánicas, lo que resulta efectivo para mejorar las fases tardías de aceleración y velocidad máxima (Alcaraz et al., 2009; Bachero-Mena & González-Badillo, 2014). Por otro lado, el uso de cargas muy pesadas ($\geq 60\%$ del peso corporal), que alteran considerablemente las características cinéticas y cinemáticas del movimiento (Pareja-Blanco et al., 2021), ha ganado popularidad y se emplea como método principal para mejorar la fase de aceleración inicial del sprint (Cahill et al., 2020; Grazioli et al., 2022; Pareja-Blanco et al., 2020). Así, desde una perspectiva práctica, la selección de las cargas para el ESTR debe ir de la mano con las adaptaciones específicas deseadas.

A pesar de lo mencionado, la evidencia sobre cómo diferentes cargas pueden influir en el rendimiento del sprint resistido en deportistas de equipo, así como el posible impacto en jugadores con diferentes niveles de fuerza o potencia, sigue siendo limitado (Panascì et al., 2023; Zabaloy et al., 2022).

Las diferentes investigaciones relacionadas al ESTR en futbolistas se han enfocado principalmente en deportistas masculinos, siendo escasos los estudios que han investigado los efectos de esta estrategia de entrenamiento en futbolistas femeninas de alto nivel (Pareja-Blanco et al., 2020). Hasta la fecha, se han llevado a cabo investigaciones sobre atletas femeninas en deportes colectivos e individuales, como handbol (Luteberget et al., 2015), hockey (Petrakos et al., 2019), rugby (Cross et al.,

2018) y atletismo (Matusiński et al., 2022; Matusiński et al., 2021; Monahan et al., 2022). Sin embargo, existe una escasez de evidencia específica sobre el entrenamiento de sprint resistido en el contexto del fútbol femenino de élite, con la mayoría de los estudios realizados utilizando cargas moderadas a pesadas. Por ejemplo, Loturco et al. (2020) examinaron el efecto de cargas del 30 y el 60% del PC en las velocidades alcanzadas en sprints resistidos por futbolistas profesionales femeninas de Brasil; mientras que Roper et al. (2022) investigaron el impacto de un programa de ESTR utilizando cargas del 50 y el 80% del PC en futbolistas profesionales femeninas de Estados Unidos. Esto ha provocado que las recomendaciones para el ESTR con cargas ligeras para esta población generalmente se sustenten principalmente, a partir de resultados obtenidos en sujetos masculinos (Loturco et al., 2020; Multani et al., 2022). En consecuencia, las posibles diferencias en términos de fuerza, potencia y rendimiento de sprint entre ambos sexos podrían influir significativamente en los efectos generados por diferentes cargas durante el ESTR (Monahan et al., 2022). Por ende, resulta importante analizar cómo el uso de distintas cargas ligeras durante el entrenamiento de sprint resistido afecta a la velocidad de las futbolistas femeninas, lo cual sería fundamental para optimizar la prescripción de entrenamiento con el objetivo de mejorar la velocidad de sprint en esta población específica.

Así, el objetivo de este estudio es describir el comportamiento del tiempo, la velocidad y la pérdida de velocidad al ejecutar aceleraciones en el test de velocidad en 20 metros sin carga y con trineo de resistencia con cargas equivalentes al 8 - 12 y 15% del peso corporal (PC) en futbolistas femeninas juveniles seleccionadas de su liga nacional.

2. MÉTODOS

2.1. Participantes

Estudio de tipo descriptivo. En este estudio de corte transversal, probamos los efectos de tres sobrecargas diferentes en el rendimiento del sprint resistido de jugadoras juveniles de fútbol con distintos niveles de fuerza, velocidad y potencia.

Participaron 28 Futbolistas femeninas Sub17, seleccionadas de su respectiva liga nacional. Las jugadoras presentaban las siguientes características.

Tabla 1. Características de la muestra

Variable	Media	Mínimo	Máximo
N	28	28	28
Edad (años)	15,4	14	16
Masa (Kg.)	57,6	45	67
Talla (metros)	1,61	1,49	1,69
IMC (peso/talla²)	22,3	19,0	24,5

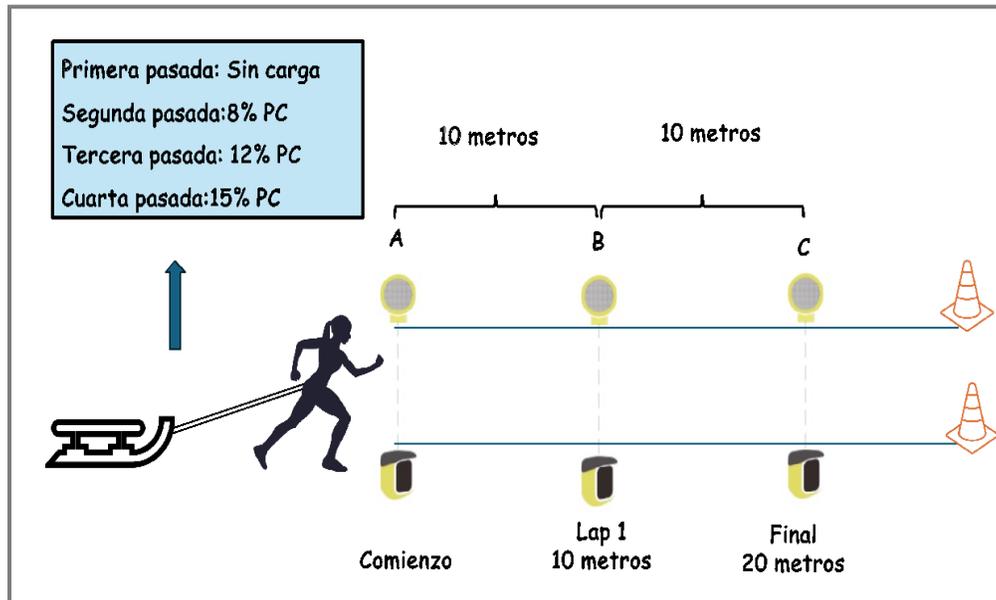
2.2. Procedimiento

Las jugadoras y su cuerpo técnico fueron informados de las características de la medición, el procedimiento, todas las futbolistas firmaron un consentimiento informado. La medición estuvo contextualizada en las valoraciones físicas de pretemporada. El estudio fue aprobado por el comité de ética local y se siguieron estrictamente las normas de Helsinki para estudios con seres humanos. Las deportistas fueron evaluadas el mismo día en jornada de mañana, como primera actividad del día.

2.3. Test de Velocidad en 20 Metros

El test de Velocidad de 20 metros fue utilizado para valorar la capacidad de acelerar de las participantes. La distancia de 20 metros se eligió porque generalmente es utilizada para evaluar la aceleración en deportes colectivos, es considerada una prueba válida y confiable (Altmann et al., 2019) y, además, se encuentra entre las distancias promedio de sprint en futbolistas (15-21 m) (Andrzejewski et al., 2015; Andrzejewski et al., 2013). La evaluación comenzó con una entrada en calor estándar para actividades de entrenamiento en campo de juego con énfasis en la aceleración. Posterior al calentamiento, todas las participantes completaron 4 sprints de 20 m ([1] Sin carga adicional; [2] Resistencia del 8% del PC; [3] Resistencia del 12% del PC; y [4] Resistencia del 15% del PC, en el mismo orden), con 6 min de recuperación entre cada sprint. Se utilizó una salida estática de pie, posicionando el pie no dominante por delante a 0,5 metros detrás del punto de partida. Se midieron los tiempos a los 10 y 20 m utilizando un sistema de cronometraje electrónico con fotoceldas (Witty, Microgate, Italia) colocadas al inicio de la pista (Punto A), a los 10 m (Punto B) y a los 20 m (Punto C), los conos ubicados al final del recorrido tienen la finalidad de marcar la zona de sprint con el fin que no se reduzca la velocidad en la última fotocelda (Figura 1). Para los sprints resistidos se utilizó un trineo de arrastre con base de caucho de alta resistencia para exteriores e interiores (B2Sport, España) con correa fijada a la cintura (Figura 2).

2.4. Esquemas del Procedimiento de Medición



Nota. Cronometraje electrónico a los 10 y 20 metros, realizado en cancha de fútbol con pasto sintético

Figura 1. Procedimiento esquemático de la prueba de velocidad sobre 20 metros



Nota. El trineo de arrastre se encuentra fijado a la cintura con la resistencia respectiva para cada pasada

Figura 2. Zona de anclaje del trineo

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio realizado:

Tabla 2. Resultados del sprint de 20 metros

Variable	Válido	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Segundos 0 a 10 m.	28	2.05	0.10	1.87	2.23
Km/h 0 a 10 m.	28	17.63	0.84	16.14	19.25
Segundos 10 a 20 m.	28	1.41	0.04	1.29	1.48
Km/h de 10 a 20 m.	28	25.57	0.73	24.32	27.91
Segundos 0 a 20 m.	28	3.45	0.16	3.16	3.90
Km/h 0 a 20 m.	28	20.90	0.93	18.46	22.78

Nota. Segundos y Kilómetros por hora por tramos de distancia en metros para el sprint de 20 metros.

Tabla 3. Pérdida de velocidad en porcentaje

	Válido	Media (%)	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Resistencia 8% 0 a 10 m.	28	-10.61	-5.11	+0.94	-21.26
Resistencia 8% 10 a 20 m.	28	-1.58	-0.07	+1.38	-1.70
Resistencia 8% 0 a 20 m.	28	-10.81	-4.23	-1.45	-17.51
Resistencia 12% 0 a 10 m.	28	-14.25	-4.24	-7.47	-23.35
Resistencia 12% 10 a 20 m.	28	-15.05	-4.22	-1.35	-27.92
Resistencia 12% 0 a 20 m.	28	-14.81	-3.68	-5.15	-23.58
Resistencia 15% 0 a 10 m.	28	-15.63	-5.19	-2.71	-23.48
Resistencia 15% 10 a 20 m.	28	-16.60	-3.57	-2.01	-22.16
Resistencia 15% 0 a 20 m.	28	-16.13	-3.65	-5.15	-22.70

Nota. Resistencia A corresponde a trineo con 8% del Peso corporal (PC); Carga B 12% del PC; Carga C 15% PC.

Se realizó un análisis ANOVA de medidas repetidas, con el fin de determinar si existe diferencia entre las 4 condiciones (carrera de aceleración sobre 20 metros sin resistencia; con 8% del PC; 12% del PC; 15% del PC) en todas las variables analizadas: Tiempo en segundos en recorrer los primeros 10 metros; tiempo en segundos en recorrer el tramo de 10 a 20 metros; tiempo en segundos recorrer toda la distancia 0 a 20 metros; Velocidad en Km/h en recorrer de 0 a 10 metros; Velocidad en Km/h en recorrer de 10 a 20 metros; Velocidad en km/h en recorrer 0 a 20 metros; Pérdida de Velocidad con las tres cargas diferentes, contrastadas con la carrera sin resistencia; de 0 a 10 metros (%); de 10 a 20 metros (%) y de 0 a 20 metros (%). Se resume el resultado en la Tabla 4.

Tabla 4. Variables analizadas

Variables en las 4 condiciones	Condiciones	n	Valor p	η^2	Efecto
Tiempo (seg.) 0 a 10 m.		28	<0.001	0.826	
Velocidad (km/h) 0 a 10 m.		28	<0.001	0.835	
Tiempo (seg.) 10 a 20 m.	Sin, 8, 12, y	28	<0.001	0.879	Grande
Velocidad (km/h) 10 a 20 m.	15% PC	28	<0.001	0.908	
Tiempo (seg.) 0 a 20 m.		28	<0.001	0.894	
Velocidad (km/h) 0 a 20 m.		28	<0.001	0.902	
Pérdida de velocidad (%) 0 a 10 m.		28	<0.001	0.503	
Pérdida de velocidad (%) 10 a 20 m.	8, 12, 15%	28	<0.001	0.693	Medio
Pérdida de velocidad (%) 0 a 20 m.	PC	28	<0.001	0.677	

Nota. La tabla presenta las variables analizadas en ANOVA de medidas repetidas en las 4 condiciones (Sin resistencia, 8, 12 y 15% del PC) para tiempos y velocidad; y para Pérdida de velocidad con las tres condiciones (sprint con 8 -12 y 15% del PC). Se expresa el valor p con diferencia en las condiciones y un η^2 (tamaño del efecto), Grande en todos los tiempos y velocidades; Medio para las pérdidas de velocidad.

Dado que el ANOVA es significativo, se aplicó la estadística de post hoc, utilizando la prueba de Bonferroni para la corrección post hoc en análisis de medidas repetidas. Esta prueba muestra que, con independencia del tipo de carga utilizada como lastre en el trineo durante el sprint, cada carga de peso, como resistencia es significativamente diferente del resto en todos los casos con excepción de la carga 12 y 15% las cuales no presentan diferencia en ningún tramo, por tanto, sería igual la pérdida de tiempo y velocidad con ambas resistencias, como se aprecia en las gráficas presentadas.

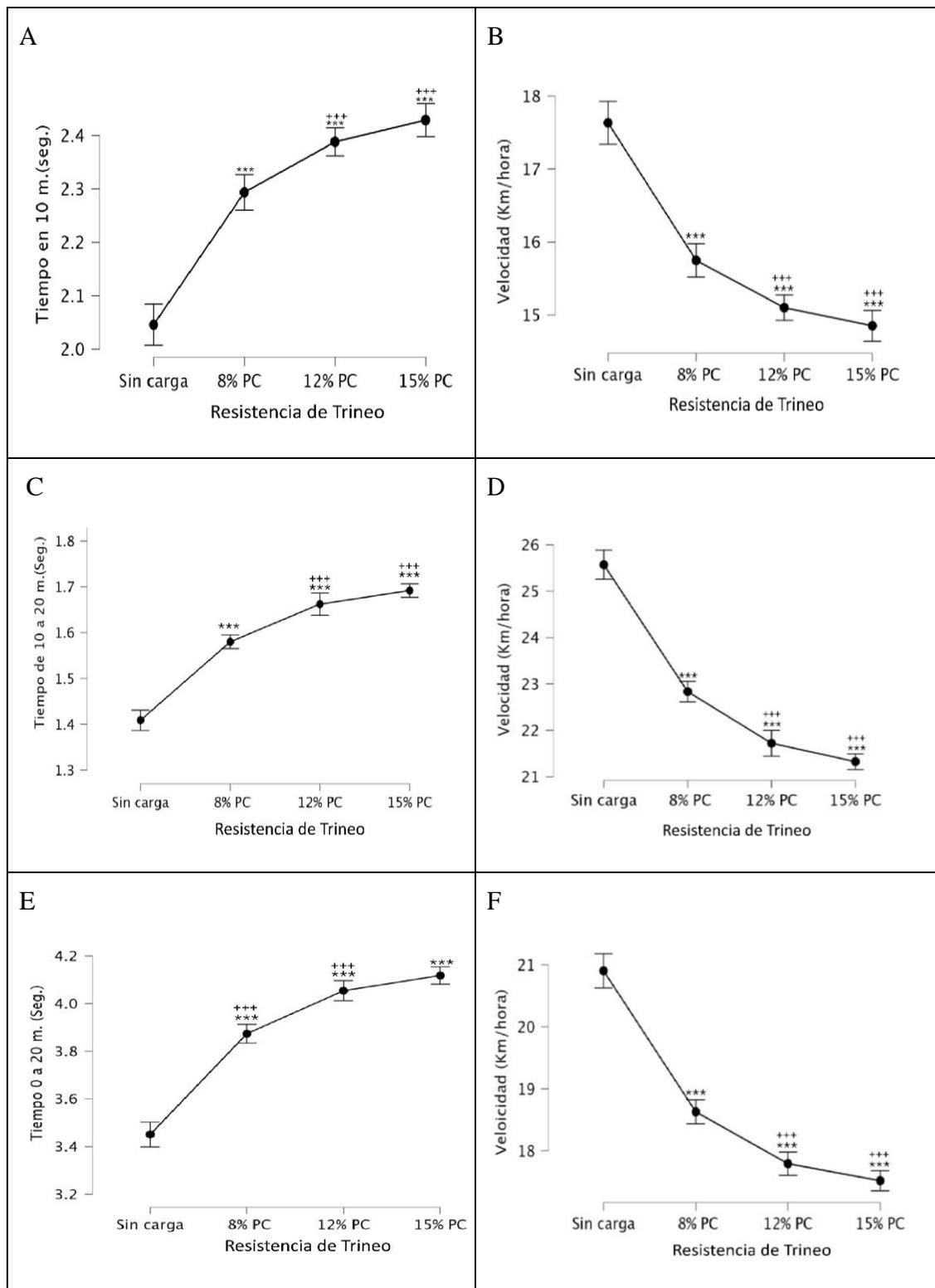


Figura 3. Análisis Post Hoc de tiempo y velocidad

Nota. A: Diferencia de tiempo en segundos en los primeros 10 metros comparando las diferentes condiciones de carga. Sin resistencia comparado con 8% del PC, presenta diferencia ($p < 0.001$); 12 PC

(<0.001); 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 8% PC comparado con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); 8% PC comprado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 12% PC comparado con 15% PC, no presenta diferencia ($p=0.428$). **B:** Velocidad en Km/h en los primeros 10 metros, sin resistencia comparado con 8% del PC, presenta diferencia ($p<0.001$); Sin resistencia comparado con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); Sin resistencia comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 8% del PC comparado con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); 8% del PC comparado con 15% PC, presenta diferencia (<0.001). 12% PC comparado con 15% PC, no presenta diferencia ($p=0.717$). **C:** Tiempo en segundos entre 10 y 20 metros, sin resistencia comparado con 8% del PC, presenta diferencia ($p<0.001$); Sin resistencia comparado con 12 PC, presenta diferencia (<0.001); Sin resistencia comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$); 8% PC comparado con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); 8% del PC comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 12% PC comparado con 15% PC, no presenta diferencia ($p=0.176$). **D:** Velocidad en Km/h entre 10 y 20 metros, sin resistencia comparado con 8% del PC, no presenta diferencia ($p<0.001$); Sin resistencia comparado con 12 PC, presenta diferencia (<0.001); Sin resistencia comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 8% PC comparado con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); 8% PC comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0,001$). 12% PC comparado con 15% PC no presenta diferencia ($p=0.148$). **E:** Tiempo en segundos entre 0 y 20 metros, sin resistencia comparado con 8% del PC, presenta diferencia ($p<0.001$); Sin resistencia comparador con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); Sin resistencia comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 8% PC comparado con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); 8% PC comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 12% PC comparado con 15% PC, no presenta diferencia ($p=0.196$). **F:** Velocidad en Km/h entre 0 y 20 metros, sin resistencia comparado con 8% del PC, presenta diferencia ($p<0.001$); Sin resistencia comparado con 12 PC, presenta diferencia (<0.001); Sin resistencia comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 8% PC comparado con 12% PC, presenta diferencia (<0.001); 8% PC comparado con 15% PC, presenta diferencia ($p<0.001$). 12% PC comparado con 15% PC, no presenta diferencia ($p=0.354$) (Figura 3).

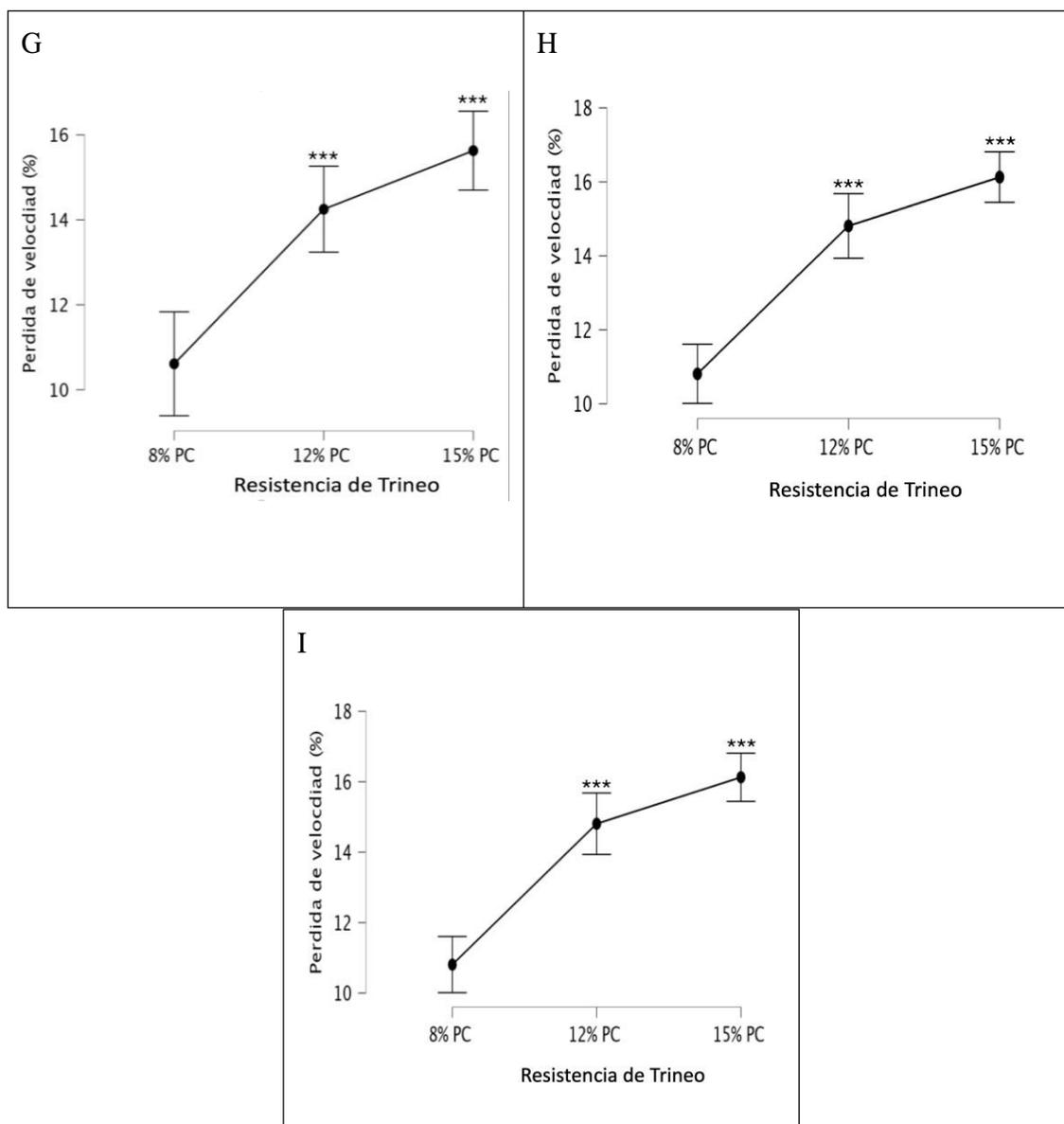


Figura 4. Análisis Post Hoc de pérdida porcentual de velocidad

Nota. G: Pérdida de velocidad en los primeros 10 metros, en todas las resistencias existe diferencia con la condición sin resistencia ($p < 0.001$). 8% del PC comparado con 12% PC ($p < 0.001$); 12% PC (< 0.001); 15% PC ($p < 0.001$). 12% PC comparado con 15% PC no presenta diferencia ($p = 0.193$). H: Pérdida de Velocidad entre los 10 a 20 metros, en todas las resistencias existe diferencia con la condición sin resistencia ($p < 0.001$). 8% del PC comparado con 12% PC ($p < 0.001$); 12% PC (< 0.001); 15% PC ($p < 0.001$). 12% PC comparado con 15% PC no presenta diferencia ($p = 0.030$). I: Pérdida de Velocidad entre los 0 a 20 metros, en todas las resistencias existe diferencia con la condición sin resistencia ($p < 0.001$). 8% del PC comparado con 12% PC ($p < 0.001$); 12% PC (< 0.001); 15% PC ($p < 0.001$). 12% PC comparado con 15% PC no presenta diferencia ($p = 0.055$).

4. DISCUSIÓN

El estudio presentado está orientado a la metodología de entrenamiento del sprint y en particular la velocidad de aceleración, la literatura ha documentado una variedad de métodos efectivos para mejorar el rendimiento de sprint, los cuales pueden ser clasificados en diferentes métodos. El Método Primario basado en la ejecución de Sprint sobre diferentes distancias; Método Secundario, referido a entrenamientos resistidos y asistidos que disminuyen la velocidad por el uso de sobrecargas o con asistencia externa; y por último el Método Terciario que no refleja el patrón de movimiento de carrera, pero proporciona estímulos neuromusculares que promueven adaptaciones específicas a los sprint, como el entrenamiento pliométrico (Beato et al., 2018) o de fuerza (Nuñez et al., 2022).

Dentro de los métodos secundarios se centra nuestro interés, la utilización de trineos en la fase de aceleración produce una disminución de la velocidad del atleta, de la amplitud y la frecuencia de zancada, incrementa los tiempos de contacto, la inclinación del tronco y produce algunos cambios en la configuración del tren inferior del atleta durante la fase de contacto (Alcaraz et al., 2009). Zafeiridis et al. (2005) en un estudio realizado en estudiantes de Educación Física, llegó a la conclusión que el entrenamiento con arrastres de trineo mejora el rendimiento en la fase de aceleración (0-20 m), situación corroborada por Spinks et al. (2007) en jugadores de deportes de equipo masculinos (fútbol, rugby y fútbol australiano), motivo por el cual elegimos esta distancia para centrarnos en la aceleración de las jugadoras, en distancias de 0 a 10 m, 0 a 20 y de 10 a 20 m con el fin de allegar información sobre entrenamiento del sprint en deportistas jóvenes femeninas. Las cargas utilizadas corresponden a valores cercanos a los propuestos en la literatura para no perder más del 10% de la máxima velocidad con el fin de mantener el principio de especificidad en el sprint (Jakalski, 1998; Lockie et al., 2003), tal como se desarrolla posteriormente. Las cargas utilizadas y el estudio en particular podría ser pionero, sobre los efectos de cargas ligeras (8, 12 y 15% del PC) en la velocidad de aceleración alcanzada por futbolistas femeninas juveniles de nivel internacional, en el test de velocidad de 20 metros.

Un estudio similar examina los efectos de dos sobrecargas diferentes de trineo (30 y 60% de PC) sobre la velocidad máxima alcanzada en 20 m. por jugadoras de fútbol profesional, según la hipótesis, en general, las jugadoras más fuertes, más rápidas y más potentes se vieron menos afectadas por ambas intensidades de carga, lo que puede confirmarse por sus menores disminuciones en la velocidad del sprint resistido en todo el rango de distancias de 5 a 20 m., en el estudio se utilizaron cargas moderadas y pesadas, con importante pérdida de velocidad, como ocurrió también en otro trabajo, que analizo el efecto de cargas del 50 y 80% del PC en futbolistas profesionales femeninas de Estados Unidos (Multani et al., 2022), en ambos casos la utilización de las cargas moderadas a altas tiene el objetivo de producir

incrementos sobre la fuerza y/o activación neuromuscular a modo de potenciación postactivación contrastadas con sprint sin cargas.

Kawamori et al. (2014) en grupos de deportistas recreacionales y competitivos demostró que un entrenamiento con carga de 43% del PC presento mejoras en los tiempos sobre 5 y 10 metros sin carga, mientras que un grupo que entreno con cargas del 15% (trineo liviano) mejoro solo en los 10 metros. La mejora en los primeros 5 metros con la carga moderada estaría asociada a una mejora en la longitud de zancada. Las cargas pesadas ($\geq 60\%$ del PC), se utilizan mucho en deportes como el Rugby y Fútbol americano buscando mejorar la potencia de aceleración (Cahill et al., 2020; Grazioli et al., 2022; Pareja-Blanco et al., 2020). No obstante, a los resultados anteriores, los trabajos longitudinales propuestos hasta la fecha aplican mayoritariamente un porcentaje de resistencia, no superior al 15% o 16%, para evitar alterar la biomecánica de la carrera y por tanto no perder especificidad en el trabajo de velocidad (Alcaraz et al., 2009). La orientación del presente estudio va por esta línea, busca identificar cargas necesarias para ESTR, que no altere de manera importante la cinética y cinemática de la carrera de aceleración sobre 20 metros, efecto descrito en un estudio de Pareja-Blanco et al. (2020). Cross et al. (2018), plantean que la aplicación de este método proporciona una mayor acción de potencia horizontal a diferencia de otros entrenamientos menos específicos o el mismo sprint sin resistencia. Todo esto fundamenta la idea de utilizar trineos para mejorar las aceleraciones en mujeres futbolistas y la necesidad de identificar cargas idóneas para este fin según el objetivo perseguido. Para el presente estudio el objetivo es identificar las cargas individuales y grupales más idóneas entre las tres cargas aplicadas al experimento.

En los ESTR, la pérdida de velocidad se ha considerado como el indicador indirecto de la intensidad del ejercicio, de esta manera las recomendaciones a la hora de implementar la carga se han establecido en función del efecto sobre el rendimiento en el sprint sin carga, tal como se analizó en el presente estudio, mediante la velocidad medida en las distancias recorridas, siendo el 90% de la velocidad máxima el criterio considerado adecuado en la literatura (pérdida de un 10%) como establece Martínez-Valencia et al. (Martínez-Valencia et al., 2014). La mayor parte de los estudios experimentales utilizan la carga propuesta por Lockie et al. (2003) mediante la ecuación que este mismo plantea, describiendo mejoras en el rendimiento en la fase de aceleración con estas cargas (Harrison & Bourke, 2009; Lockie et al., 2003; Spinks et al., 2007; West et al., 2011). Esto se relaciona de muy buena forma con nuestros resultados donde encontramos que el 8% del PC produce una velocidad de 90% de la máxima velocidad alcanzada sin carga entre los 0 a 10 metros, de 10 a 20 no existió prácticamente pérdida de velocidad (1,5%) y entre 0 a 20 metros otra vez se alcanza un 90% de velocidad, posteriormente las cargas de 12 y 15% presenta pérdidas de velocidad en todos los tramos de más de un 10% alcanzando

entre 14 y 16% de pérdida de velocidad. En este contexto para el grupo de estudio se debieran utilizar cargas cercanas al 8% para los primeros metros (0 a 10 metros) pensando en mejorar estas distancias en aceleración, luego para entrenar el segundo tramo (10 a 20 metros) se debiera utilizar una carga mayor llegando al 12%, dado los resultados estadísticos el 15% pareciera una carga excesiva en todas las distancias o tramos y para gran parte de las jugadoras juveniles de fútbol evaluadas.

Otro factor por considerar que plantea Martínez-Valencia et al. (Martínez-Valencia et al., 2014) es el hecho que no existen estudios claros sobre las recomendaciones de anclaje del trineo durante el ESTR, siendo posible anclar con arnés a los hombros o utilizar un cinturón en la cadera, siendo esta última opción la elegida en este estudio. En este sentido, Murray et al. (Murray et al., 2005) destacan que el ángulo formado por la cuerda debe ser menor de 45° para evitar rebotes del trineo durante el sprint, aspecto considerado y reproducido en nuestro trabajo.

5. CONCLUSIONES

El ESTR en el grupo investigado mostro en concordancia con lo que plantea la literatura, pérdidas de velocidad adecuadas al porcentaje de velocidad esperado con resistencias muy ligeras 8%, las resistencias ligeras de 12 y 15% producen pérdidas importantes sobre la velocidad promedio, superando el umbral que afecta la cinética y cinemática de la carrera de aceleración. En este contexto el ESTR debe considerar estos factores y creemos sugerible utilizar un protocolo de pérdida de velocidad con incremento de carga tal como se explica en nuestra metodología para determinar entrenamientos individualizados de aceleración con resistencia de trineo.

6. REFERENCIAS

1. Alcaraz, P. E., Carlos-Vivas, J., Oponjuru, B. O., & Martinez-Rodriguez, A. (2018). The effectiveness of resisted sled training (RST) for sprint performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48, 2143-2165. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0947-8>
2. Alcaraz, P. E., Palao, J. M., & Elvira, J. L. (2009). Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 480-485. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318198f92c>
3. Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A., & Rumpf, M. C. (2019). Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PLoS One*, 14(8), 1-38. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220982>

4. Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., & Konarski, J. M. (2015). Sprinting activities and distance covered by top level Europa league soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 39-50. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.10>.
5. Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2134-2140.
6. Bachero-Mena, B., & González-Badillo, J. J. (2014). Effects of resisted sprint training on acceleration with three different loads accounting for 5, 12.5, and 20% of body mass. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2954–2960. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000492>
7. Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., & Drust, B. (2018). Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289-296. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000002371>
8. Cahill, M. J., Oliver, J. L., Cronin, J. B., Clark, K., Cross, M. R., Lloyd, R. S., & Lee, J. E. (2020). Influence of resisted sled-pull training on the sprint force-velocity profile of male high-school athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(10), 2751-2759. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003770>
9. Cross, M. R., Lahti, J., Brown, S. R., Chedati, M., Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Eriksrud, O., & Morin, J.-B. (2018). Training at maximal power in resisted sprinting: Optimal load determination methodology and pilot results in team sport athletes. *PLoS One*, 13(4), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195477>
10. Fernandez-Galvan, L. M., Casado, A., García-Ramos, A., & Haff, G. G. (2022). Effects of Vest and Sled Resisted Sprint Training on Sprint Performance in Young Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(7), 2023-2034.
11. Fernandez-Garcia, A. I., Moradell, A., Navarrete-Villanueva, D., Subias-Perie, J., Perez-Gomez, J., Ara, I., Gonzalez-Gross, M., Casajus, J. A., Vicente-Rodriguez, G., & Gomez-Cabello, A. (2022). Effects of Multicomponent Training Followed by a Detraining Period on Frailty Level and Functional Capacity of Older Adults with or at Risk of Frailty: Results of 10-Month Quasi-Experimental Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 1-25. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912417>
12. Grazioli, R., Loturco, I., Lopez, P., Setuain, I., Goulart, J., Veeck, F., Inácio, M., Izquierdo, M., Pinto, R. S., & Cadore, E. L. (2022). Effects of moderate-to-heavy sled training using different magnitudes

- of velocity loss in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(3), 629-635.
13. Harrison, A. J., & Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 275-283.
 14. Hicks, D. S., Schuster, J. G., Samozino, P., & Morin, J.-B. (2020). Improving mechanical effectiveness during sprint acceleration: practical recommendations and guidelines. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 45-62.
 15. Jakalski, K. (1998). The pros and cons of using resisted and assisted training methods with high school sprinters: parachutes, tubing and towing. *Track Coach*, 144, 4585-4589.
 16. Kawamori, N., Newton, R. U., Hori, N., & Nosaka, K. (2014). Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2738-2745. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182915ed4>
 17. Lahti, J., Huuhka, T., Romero, V., Bezodis, I., Morin, J.-B., & Häkkinen, K. (2020). Changes in sprint performance and sagittal plane kinematics after heavy resisted sprint training in professional soccer players. *PeerJ*, 8(9), 1-26. <https://doi.org/10.7717/peerj.10507>
 18. Lahti, J., Jiménez-Reyes, P., Cross, M. R., Samozino, P., Chassaing, P., Simond-Cote, B., Ahtiainen, J. P., & Morin, J.-B. (2020). Individual sprint force-velocity profile adaptations to in-season assisted and resisted velocity-based training in professional rugby. *Sports*, 8(5), 1-15. <https://doi.org/10.3390/sports8050074>
 19. Lockie, R. G., Murphy, A. J., & Spinks, C. D. (2003). Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 760-767. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(02\)80129-3](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(02)80129-3)
 20. Loturco, I., Jeffreys, I., Kopal, R., Reis, V. P., Fernandes, V., Rossetti, M., Pereira, L. A., & McGuigan, M. (2020). Resisted sprint velocity in female soccer players: Influence of physical capacities. *International Journal of Sports Medicine*, 41(06), 391-397. <https://doi.org/10.1055/a-1083-6724>
 21. Luteberget, L. S., Raastad, T., Seynnes, O., & Spencer, M. (2015). Effect of traditional and resisted sprint training in highly trained female team handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 642-647. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2014-0276>
 22. Martínez-Valencia, M. A., González-Ravé, J. M., Valdivielso, F. N., & Alcaraz, P. E. (2014). Efectos agudos del trabajo resistido mediante trineo: Una revisión sistemática. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 9(25), 35-42.

23. Matusiński, A., Gołas, A., Zajac, A., & Maszczyk, A. (2022). Acute effects of resisted and assisted locomotor activation on sprint performance. *Biology of Sport*, 39(4), 1049-1054. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.108706>
24. Matusiński, A., Pietraszewski, P., Krzysztofik, M., & Gołas, A. (2021). The effects of resisted post-activation sprint performance enhancement in elite female sprinters. *Frontiers in Physiology*, 12, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.651659>
25. Monahan, M., Petrakos, G., & Egan, B. (2022). Physiological and perceptual responses to a single session of resisted sled sprint training at light or heavy sled loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(10), 2733-2740. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003973>
26. Multani, A. K., Brasher, J. A., Rovetti, R. J., Lin, J., Musci, R. V., & Roper, J. L. (2022). Sled-pull training improves maximal horizontal velocity in collegiate male and female soccer players. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000987704.77532.6f>
27. Murray, A., Aitchison, T., Ross, G., Sutherland, K., Watt, I., McLean, D., & Grant, S. (2005). The effect of towing a range of relative resistances on sprint performance. *Journal of Sports Sciences*, 23(9), 927-935. <https://doi.org/10.1080/02640410400023332>
28. Nicholson, B., Dinsdale, A., Jones, B., & Till, K. (2021). The training of short distance sprint performance in football code athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51, 1179-1207.
29. Nobari, H., Ramachandran, A. K., Brito, J. P., & Oliveira, R. (2022). Quantification of Pre-Season and In-Season Training Intensity across an Entire Competitive Season of Asian Professional Soccer Players. *Healthcare*, 10(8), 1-15. <https://doi.org/10.3390/healthcare10081367>
30. Nuñez, J., Suarez-Arrones, L., de Hoyo, M., & Loturco, I. (2022). Strength Training in Professional Soccer: Effects on Short-sprint and Jump Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 43(6), 485-495. <https://doi.org/10.1055/a-1653-7350>
31. Oliva-Lozano, J. M., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2023). When and how do elite soccer players sprint in match play? A longitudinal study in a professional soccer league. *Research in Sports Medicine*, 31(1), 1-12.
32. Osterwald, K. M., Kelly, D. T., Comyns, T. M., & Catháin, C. Ó. (2021). Resisted sled sprint kinematics: The acute effect of load and sporting population. *Sports*, 9(10), 1-16. <https://doi.org/10.3390/sports9100137>
33. Panascì, M., Di Gennaro, S., Ferrando, V., Filipas, L., Ruggeri, P., & Faelli, E. (2023). Efficacy of Resisted Sled Sprint Training Compared With Unresisted Sprint Training on Acceleration and Sprint

- Performance in Rugby Players: An 8-Week Randomized Controlled Trial. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(10), 1189-1195. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0103>
34. Pareja-Blanco, F., Asián-Clemente, J. A., & de Villarreal, E. S. (2021). Combined squat and light-load resisted sprint training for improving athletic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(9), 2457-2463. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003171>
35. Pareja-Blanco, F., de Villarreal, E. S., Bachero-Mena, B., Mora-Custodio, R., Asián-Clemente, J. A., Loturco, I., & Rodríguez-Rosell, D. (2020). Effects of unloaded sprint and heavy sled training on sprint performance in physically active women. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(10), 1356-1362. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0862>
36. Petrakos, G., Morin, J.-B., & Egan, B. (2016). Resisted sled sprint training to improve sprint performance: a systematic review. *Sports Medicine*, 46, 381-400.
37. Petrakos, G., Tynan, N. C., Valley-Farrell, A. M., Kiely, C., Boudhar, A., & Egan, B. (2019). Reliability of the maximal resisted sprint load test and relationships with performance measures and anthropometric profile in female field sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1703-1713. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002228>
38. Sinclair, J., Edmundson, C. J., Metcalfe, J., Bottoms, L., Atkins, S., & Bentley, I. (2021). The effects of sprint vs. resisted sled-based training; an 8-week in-season randomized control intervention in elite rugby league players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179241>
39. Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 77-85. <https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00015>
40. Uthoff, A., Oliver, J., Cronin, J., Winwood, P., Harrison, C., & Lee, J. E. (2021). Resisted sprint training in youth: The effectiveness of backward vs. forward sled towing on speed, jumping, and leg compliance measures in high-school athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(8), 2205-2212. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003093>
41. West, M., Jack, S., & Grocott, M. (2011). Perioperative cardiopulmonary exercise testing in the elderly. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 25(3), 427-437. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2011.07.004>
42. Zabaloy, S., Freitas, T. T., Pareja-Blanco, F., Alcaraz, P. E., & Loturco, I. (2022). Narrative review on the use of sled training to improve sprint performance in team sport athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 45(1), 13-28.

43. Zafeiridis, A., Saraslanidis, P., Manou, V., Ioakimidis, P., Dipla, K., & Kellis, S. (2005). The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 284–290.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

COPYRIGHT

© Copyright 2024: Publication Service of the University of Murcia, Murcia, Spain.