



OPEN ACCESS

Estudio piloto de diez sesiones de entrenamiento de supervelocidad con sistema de arrastre motorizado: propuesta metodológica

Pau Cecilia-Gallego^{1,2*} , Adrián Odriozola^{3,4,5} , José Vicente Beltrán-Garrido⁶ , Josep Maria Padullés-Riu² y Jesús Álvarez-Herms^{3,4,5}

¹ Escuela Universitaria de Salud y Deporte (EUSES), Universidad Rovira i Virgili, Amposta (España).

² Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Universidad de Barcelona (España).

³ Grupo de Investigación en Genómica del Deporte, Departamento de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Leioa (España).

⁴ KDNA Genomics®, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Centro de investigación Joxe Mari Korta, Donostia-San Sebastián (España).

⁵ Phymo Lab, Physiology and Molecular laboratory, Collado Hermoso (España).

⁶ Grupo de Investigación en Ejercicio Físico y Rendimiento, Departamento de Ciencias de la Educación, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Universidades CEU, Castellón de la Plana (España).

Citación

Cecilia-Gallego, P., Odriozola, A., Beltrán-Garrido, J.V., Padullés-Riu, J.M. & Álvarez-Herms, J. (2025). A pilot study of ten sessions of overspeed training with a motorized towing system: a methodological proposal. *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 43-52. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.05)

Editado por:
© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Instituto Nacional de Educación
Física de Cataluña (INEFC)

ISSN: 2014-0983

***Correspondencia:**
Pau Cecilia-Gallego
pcecilia1975@gmail.com

Sección:
Entrenamiento deportivo

Idioma original:
Inglés

Recibido:
17 de abril de 2024

Aceptado:
25 de septiembre de 2024

Publicado:
1 de enero de 2025

Portada:
Laura Kluge compite en un duelo por el puck en el partido entre Alemania y Hungría durante la Eishockey Deutschland Cup, en Landshut, Alemania, el 9 de noviembre de 2024.
© IMAGO/ActionPictures/
lafototeca.com

Resumen

Los dispositivos actuales de sistema de arrastre motorizado son muy precisos a la hora de seleccionar las cargas y obtener resultados. Al emplearlos con mayor frecuencia, podría ampliarse el cuerpo teórico sobre los efectos de los métodos de supervelocidad. Nuestros objetivos eran analizar los resultados de una intervención de supervelocidad con un sistema de arrastre motorizado sobre la velocidad máxima de desplazamiento (VMD), la longitud y el ritmo de los pasos; el tiempo de vuelo y contacto y la distancia hasta el primer apoyo desde la proyección vertical del centro de masas, así como plantear una propuesta metodológica. Seis jóvenes deportistas (edad: 16.71 ± 2.00 años) realizaron diez sesiones de supervelocidad con una asistencia del $5.05 \pm 0.53\%$ del peso corporal al $105.83 \pm 1.79\%$ de la velocidad máxima de desplazamiento, utilizando el dispositivo 1080 Sprint. Tras la intervención, se obtuvieron aumentos no significativos ($p > .05$) del 2.94 % (IC 95 %: 0.25 - 5.62) de la velocidad máxima voluntaria de carrera con un tamaño del efecto grande (r_B : 0.71; IC 95 %: 0.00 - 0.95). La distancia al primer apoyo desde la proyección vertical del centro de masas presentó diferencias significativas ($p < .05$; dr_B : 1; IC 95 %: 1 - 1). Los aumentos no significativos de la velocidad máxima de desplazamiento no pueden despreciarse en la competición de alto nivel, donde los deportistas difieren por pequeñas diferencias de rendimiento. Dada la crucial importancia de elegir una carga de entrenamiento adecuada, resulta necesaria una metodología estandarizada que permita comparar los resultados.

Palabras clave: enfoque ecológico, esprint asistido, individualización, responders, tamaño del efecto.

Introducción

En el ámbito del entrenamiento deportivo, los entrenadores emplean de forma generalizada la supervelocidad (SV) (Schiffer, 2011) para la mejora de la velocidad máxima de desplazamiento (VMD). Uno de los métodos más utilizados para generar estímulos de SV es el sistema de arrastre (SA), que consiste en tirar del deportista desde delante, tanto con dispositivos no motorizados (Clark et al., 2009; Kristensen et al., 2006; Mero y Komi, 1985; Stoyanov, 2019) como con dispositivos motorizados (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2021; Mero et al., 1987; Sugiura y Aoki, 2008; Van den Tillaar, 2021). Entre los dispositivos de SA motorizados disponibles actualmente en el mercado, destacamos el 1080 Sprint (1080 motion, Lidingö, Suecia; <https://www.1080motion.com/products/sprint2>) y el Dynaspeed (Ergotest Technology AS, Langesund, Noruega; <https://www.musclelabsystem.com/dynaspeed/>), que permiten seleccionar las cargas mediante un sistema electromecánico que funciona con un motor eléctrico controlado por su programa informático, el cual nos ofrece resultados claros e inmediatos (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2021; Lahti et al., 2020; Van den Tillaar, 2021).

Actualmente, existen escasas pruebas científicas en este ámbito de estudio que permitan determinar la validez real del entrenamiento de SV con SA para la mejora de la VMD. La mayoría de los estudios realizados ofrece datos de tipo agudo sobre la exposición a la SV en deportistas (Cecilia-Gallego et al., 2022b), y las principales conclusiones son: 1) estos efectos se deben principalmente a la acción del sistema de tracción hacia delante del deportista (Gleadhill et al., 2024), y 2) se necesitan muchos más estudios con períodos de intervención para determinar si el entrenamiento de SV con SA genera o no adaptaciones que permitan mejorar la VMD. Asimismo, estos estudios presentan una gran variabilidad metodológica en cuanto al SA utilizado, en los participantes, en su nivel deportivo, edad, sexo o grado de familiaridad con los dispositivos, así como en la escala y expresión de la carga de entrenamiento. Entre los escasos estudios encontrados que incluyen un periodo de entrenamiento de SV con SA, cabe mencionar los de Majdell y Alexander (1991) con jugadores de fútbol americano, Kristensen et al. (2006) con estudiantes de Educación Física, Lahti et al. (2020) con jugadores de rugby, o Stoyanov (2019) con jóvenes velocistas.

Un concepto importante aportado por el estudio de Lahti et al. (2020) es la capacidad de respuesta de los deportistas al entrenamiento de SV con SA. El concepto de participantes que responden al entrenamiento de la forma prevista (*responders*) se ha estudiado en profundidad (Mann et al., 2014; Pickering y Kiely, 2017; Pickering y Kiely, 2019) y una de las principales conclusiones a las que se ha llegado es que el problema no radica en la existencia de participantes que responden al entrenamiento (o que lo hacen intensamente, *high responders*) y de participantes que responden escasamente (*low responders*) (Pickering y Kiely, 2019), sino en la carga de entrenamiento utilizada y

su dosificación (Mann et al., 2014). Dicho de otro modo, si un deportista no responde a un determinado entrenamiento, posiblemente se deba a una mala elección y dosificación de la carga de entrenamiento (Pickering y Kiely, 2019). En este caso, deben ajustarse los parámetros hasta encontrar los que produzcan cambios en el rendimiento, así como intentar ajustar la carga de entrenamiento a cada participante de manera individualizada (Pickering y Kiely, 2017).

Actualmente, algunos estudios proponen un enfoque ecológico sobre el entrenamiento, más alejado de las condiciones de laboratorio (Araújo et al., 2006; Torrents, 2005), e introducir el entrenamiento de SV en la planificación global de los deportistas (Lahti et al., 2020; Stoyanov, 2019). Cabe destacar que la bibliografía existente sobre la SV no recomienda en especial el entrenamiento de supervelocidad en deportistas jóvenes o inexpertos, principalmente por el riesgo de lesión y por la posibilidad de no tener un patrón técnico estable que pueda modificarse negativamente (Schiffer, 2011). Por lo tanto, es necesario conocer el estado de madurez de los participantes (Mirwald et al., 2002), y que estos se familiaricen con los dispositivos y las condiciones de SV.

En busca de un enfoque ecológico, se decidió llevar a cabo un estudio piloto, con una intervención enmarcada en la planificación global del entrenamiento, de 10 sesiones de SV y con el uso del dispositivo 1080 Sprint. El objetivo principal del estudio era analizar los efectos del entrenamiento de SV con SA sobre la VMD de los participantes y otras variables cinemáticas y biomecánicas que pudieran explicar los efectos producidos. La hipótesis propuesta era que la intervención produciría un aumento de la VMD de los participantes, aunque con distintos efectos en función de sus características. Cabe añadir que entendemos este estudio piloto como una propuesta de metodología de entrenamiento que puede replicarse para comparar resultados y llegar a conclusiones más generales sobre el entrenamiento de SV con SA motorizados.

Materiales y métodos

Participantes

Se seleccionó una muestra de conveniencia de ocho jóvenes deportistas. Dos de ellos no terminaron el entrenamiento debido a problemas musculares, por lo que al final se incluyeron seis deportistas en el estudio (2 hombres y 4 mujeres). Los datos antropométricos fueron registrados por un evaluador con certificado de nivel 1 por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por las siglas en inglés) (Esparza-Ros et al., 2019) siguiendo el protocolo de la ISAK. El cálculo del estado de madurez de los participantes se efectuó mediante la recogida de datos antropométricos siguiendo el protocolo propuesto por Mirwald et al. (2002). Las características de la muestra pueden consultarse en la Tabla 1.

Tabla 1*Características de los participantes y porcentaje de peso corporal de cada carga asistida.*

Deportistas	Edad cronológica (a)	Años hasta el PCT	Años de entrenamiento	Estatura (cm)	Peso (kg)	% de grasa corporal	% del PC 2 kg	% del PC 4 kg	% del PC 5.25 kg	MP 60 m (s)
M1	19.5	+ 5.8	7	170.0	63.4	16.7	3.2	6.3	8.3	8.33
M2	18.7	+ 4.3	5	150.4	57.8	22.6	3.5	6.9	9.1	8.94
H1	16.7	+ 2.9	6	179.6	65.8	7.6	3.0	6.1	8.0	7.69
M3	15.5	+ 3.4	4	166.0	56.7	12.3	3.5	7.1	9.3	8.13
M4	15.1	+ 2.0	5	151.3	39.4	11.6	5.1	10.2	13.3	8.35
H2	14.7	+ 1.6	4	176.7	60.2	7.3	3.3	6.7	8.7	7.63
Media ± DT	16.71 ± 2.00	3.33 ± 1.54	5.17 ± 1.17	165.6 ± 12.45	57.2 ± 9.38	13.0 ± 5.83	3.6 ± 0.75	7.2 ± 1.50	9.4 ± 1.97	8.18 ± 0.48

Nota. PCT: pico de crecimiento de la talla; % del PC: porcentaje del peso corporal de cada carga de supervelocidad; M: mujer; H: hombre; MP: mejor marca personal en carreras de 60 m; DT: desviación típica.

Tabla 2*Plan de entrenamiento semanal durante la intervención.*

Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Semana -1			Fam 1 / Ant 1	Reposo	Fam 2 / Ant 2	Reposo	Reposo
Semana 1	Prueba preliminar	EF y ET	SV S1	ET	SV S2	Reposo	Reposo
Semana 2	SV S3	EF y ET	SV S4	ET	SV S5	Reposo	Reposo
Semana 3	SV S6	EF y ET	SV S7	Reposo	SV S8	Reposo	Reposo
Semana 4	SV S9	EF y ET	SV S10	Reposo	ET	Reposo	Reposo
Semana 5	EF y ET	Reposo	Prueba posterior				

Nota. Fam: sesión de familiarización con el 1080 Sprint; Ant: mediciones antropométricas; EF: entrenamiento de fuerza; ET: entrenamiento técnico; SV S: sesiones de supervelocidad.

El estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad del País Vasco (código de protocolo M10_2021_191). Se obtuvo el consentimiento y el asentimiento informados de todos los participantes y de sus padres cuando los participantes eran menores de edad.

Diseño

Aplicando un diseño individual para cada participante, se realizaron 10 sesiones de entrenamiento de SV con un SA motorizado. Se registraron las variables de tiempo en un esprint lanzado de 5 m (T5 m), la VMD en un esprint lanzado de 5 m (V5 m), la longitud de paso (LP), el ritmo de paso (RP), el tiempo de contacto (TC), el tiempo de vuelo (TV) y la distancia horizontal entre el primer contacto del apoyo en el suelo y la proyección vertical del centro de masas (CM) en un esprint máximo no asistido y tres esprints asistidos con diferentes cargas. Se compararon los resultados obtenidos en las distintas condiciones, antes y después del entrenamiento, para evaluar su efecto. También se compararon los resultados entre condiciones en cada momento para determinar el

efecto de cada carga de SV sobre las distintas variables relativas a la VMD. La intervención tuvo lugar durante el mesociclo previo a las competiciones en pista cubierta. La Tabla 2 muestra el calendario del periodo de intervención.

Procedimientos

Los deportistas realizaron dos sesiones de familiarización con el SA motorizado antes de la intervención. Durante estas sesiones, también se recogieron datos antropométricos. Una vez realizadas dichas sesiones, las cargas elegidas para la prueba preliminar fueron las que podían generar incrementos aproximados del 3-5 % sobre la VMD de los deportistas (Cecilia-Gallego et al., 2022a).

En los días de recogida de datos de la prueba preliminar y la posterior, los deportistas hicieron un calentamiento estandarizado similar al de Clark et al. (2021). A continuación, realizaron un esprint máximo no asistido y tres esprints asistidos con cargas crecientes (2 kg, 4 kg y 5.25 kg). El tiempo de recuperación entre repeticiones fue de 8-10 minutos. En la Tabla 1 se muestra el porcentaje de las cargas en relación con el peso corporal de cada participante.

Tabla 3

Parámetros de intervención.

Deportista	ΔVel SV1 (%)	ΔVel SV2 (%)	ΔVel SV3 (%)	Carga S1 (kg)	Sesiones (n)	Carreras a SV (n)	Tiempo de exp. (s)	Carga media (kg)	% PC carga	Tiempo medio (s)	Velocidad media (m/s)
M1	0.11	4.12	5.86	3	10	64	228.99	2.99	4.7	3.58	8.39
M2	5.90	6.33	6.19	2	10	63	242.42	2.81	4.9	3.85	7.80
H1	2.87	2.65	3.72	5	10	63	208.75	3.68	5.6	3.31	9.06
M3	6.45	4.15	15.09	3	10	63	216.79	2.63	4.6	3.44	8.72
M4	3.23	11.40	10.93	2.5	10	58	214.38	2.30	5.8	3.70	8.11
H2	-2.44	2.78	8.42	4	10	61	201.89	2.78	4.6	3.31	9.07
Promedio	2.69	5.24	8.37	3.25		62.00	218.87	2.87	5.05	3.53	8.52
± DT	3.40	3.30	4.11	1.08		2.19	14.64	0.46	0.53	0.22	0.52

Nota. M: mujer; H: hombre; DT: desviación típica; ΔVel SV: aumentos de velocidad para la carga de supervelocidad (1: 2 kg; 2: 4 kg; 3: 5.25 kg); Carga S1: carga seleccionada para la sesión 1; Carreras a SV: total de carreras a supervelocidad durante la intervención; Tiempo de exp.: tiempo total de exposición a las condiciones de supervelocidad; Carga media: valores promedio de carga de todas las carreras a supervelocidad; % PC carga: porcentaje de peso corporal de los valores promedio de carga; Tiempo medio: valores promedio de tiempo de todas las carreras a supervelocidad; Velocidad media: valores promedio de velocidad de todas las carreras a supervelocidad.

A partir de la prueba preliminar, se seleccionaron las cargas individuales para las sesiones de entrenamiento, y se utilizaron las que producían un incremento aproximado del 3-5 % en la velocidad máxima del deportista (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2009; Sedláček et al., 2015). Sin embargo, la carga utilizada durante las carreras de las sesiones de entrenamiento pudo modificarse en función del resultado obtenido en la prueba de VMD para cada una de ellas: se aumentó o disminuyó para ajustarla al objetivo del 103-105 % en cada carrera. En suma, el elemento importante no era la carga, sino su resultado. Esto pudo hacerse gracias al programa informático Quantum (v3.9.9.5, 1080 motion, Lidingö, Suecia) integrado en el dispositivo que se empleó, el cual ofrece inmediatamente valores de tiempo y velocidad a lo largo de la distancia recorrida. En la Tabla 3 se muestra la carga media de las carreras realizadas por cada deportista, expresada en valores absolutos (kg) y como porcentaje relativo al peso corporal del deportista.

Las sesiones de SV se celebraron en una pista de atletismo sintético al aire libre y se planificaron del siguiente modo: 1) calentamiento estandarizado (Clark et al., 2021); y 2) parte principal del entrenamiento consistente en una carrera con el dispositivo 1080 Sprint y carga cero como prueba inicial de la sesión, más 6-8 carreras asistidas con la carga seleccionada para cada deportista y 8-10 minutos de tiempo de recuperación entre carreras. El número de carreras para cada deportista se ajustó individualmente en función de la fatiga y del porcentaje de VMD alcanzado. Todos los deportistas realizaron un total de 10 sesiones. En la Tabla 3 se muestra el número de carreras a las que asistió cada deportista y el tiempo total de exposición.

La asistencia en el esprint se llevó a cabo utilizando el dispositivo 1080 Sprint, provisto de 90 m de cable que se enrolla o desenrolla mecánicamente mediante un servomotor (Motor Serie G5 de 2.000 rpm; OMRON Corp. Kyoto, Japón) y se controla mediante el programa informático Quantum (1080 motion). El dispositivo 1080 Sprint se colocó a una altura de

80 cm para que la trayectoria de la asistencia fuera lo más horizontal posible, y el deportista se sujetó con un cinturón y un mosquetón al cable de fibra del dispositivo. En el modo Isotónico asistido, el aparato permite ajustar la carga entre 1 y 15 kg, con variaciones de 0.1 kg. Este dispositivo permite elegir las veces que debe ofrecer asistencia. Se decidió no aplicar asistencia durante los primeros 20 metros de la carrera para no afectar a la fase de aceleración, pero también teniendo en cuenta que Van den Tillaar (2021) comenta que no observa diferencias entre la VMD y la velocidad supramáxima en la primera fase de aceleración. A continuación, el deportista recibió asistencia durante los siguientes 30 metros. A los 50 metros de la salida, el dispositivo dejó de ofrecer asistencia y el deportista frenó progresivamente durante unos 20 metros hasta que el movimiento se detuvo por completo. Durante los 30 metros asistidos, el programa informático Quantum proporcionó datos de tiempo y velocidad para ese intervalo. Estos datos se emplearon para controlar la carga en función de los resultados de la prueba preliminar y de cada una de las carreras de las sesiones de intervención.

Evaluaciones

Las variables T5m (s) y V5m (m/s) se obtuvieron con fotocélulas de un solo haz (www.chronojump.org/product-category/races/) (Vicens-Bordas et al., 2020), situadas a 1 m de altura y conectadas a un ordenador portátil (Toshiba Satellite Pro R50-B-10v) con el programa informático ChronoJump (versión 1.9.0, www.chronojump.org/software/) y se registraron entre el metro número 40 y el metro número 45 de cada esprint (Padullés-Riu, 2011). Para obtener las variables LP (cm), TC (s), TV (s) y DH (cm), las pruebas se grabaron con una cámara Casio Exilim F1 (http://arch.casio-intl.com/asia-measurement/dc/ex_f1/) a 300 fps (Buscà et al., 2016) y se analizaron dos veces en dos pasos consecutivos, aproximadamente entre el metro número 42.5 y el metro número 47.5, con el

programa informático de análisis Kinovea 2D (versión estable 0.8.15, www.kinovea.org/download.html) (Puig-Diví et al., 2017; Reinking et al., 2018). Los valores de estas variables corresponden al valor medio de los dos tramos en dos pasos consecutivos. La cámara se colocó perpendicular al metro número 45 de la carrera a una distancia de 13 m de la línea de carrera y a una altura de 1.5 m. El efecto Parallax se contrarrestó poniendo referencias entre el metro número 40 y el metro número 50, en la proyección en la que los deportistas aparecían en cámara al cruzar esa distancia (Romero-Franco et al., 2017). Se colocaron marcadores en la cabeza del fémur y el metatarso de la pierna derecha. La variable RP se calculó indirectamente (número de pasos/tiempo de paso [TC + TV]).

Análisis estadísticos

La normalidad de la distribución de los datos se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para evaluar los cambios dentro del grupo entre la prueba preliminar y la posterior de las puntuaciones de las variables cinemáticas,

se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Con el fin de cuantificar las diferencias dentro de los grupos tras la intervención, se usó la correlación biserial por rangos emparejados (r_B) y se calculó el porcentaje de cambio. Los valores de r_B se interpretaron así: $<.1$ = insignificante; $.1 - .3$ = pequeño; $.3 - .5$ = moderado; $y >.5$ = grande (Cohen, 2013). El nivel de significación se fijó en .05 para todas las pruebas. Todos los análisis estadísticos se realizaron con JASP para Mac (versión 0.16.4; JASP Team [2021], Universidad de Ámsterdam, Países Bajos).

Resultados

En la Tabla 4 se muestran los cambios entre la prueba preliminar y la posterior de las puntuaciones de las variables cinemáticas en diferentes condiciones de SV. En la Figura 1 se muestra el gráfico con los tamaños del efecto (TE) de las variables cinemáticas en la condición V0. Asimismo, en la Figura 2 se muestran los cambios entre la prueba preliminar y la posterior de las variables V5m, LP, RP, TC, TV y DH.

Tabla 4

Cambios entre la prueba preliminar y la posterior de las puntuaciones de las variables cinemáticas en diferentes condiciones de supervelocidad y cambio porcentual en la condición V0 tras el periodo de entrenamiento.

Variable	Preliminar	Posterior	r_B (IC 95 %)	Evaluación cualitativa	Variación porcentual (IC 95 %)
V0					
V5m (m/s)	8.10 ± 0.53	8.33 ± 0.57	0.71 (0, 0.95)	Grande	+2.94 (0.26, 5.62)
LP (cm)	197.60 ± 13.40	198.33 ± 15.40	0.20 (-0.64, 0.82)	Pequeño	+0.37 (-2.83, 3.56)
RP (pasos·s ⁻¹)	4.27 ± 0.24	4.25 ± 0.19	-0.07 (-0.78, 0.72)	Insignificante	-0.22 (-4.49, 4.04)
TC (s)	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0	-0.60 (-0.93, 0.27)	Grande	-2.98 (-7.46, 1.49)
TV (s)	0.12 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.57 (-0.24, 0.91)	Grande	+2.81 (-0.98, 6.61)
DH (cm)	33.18 ± 4.24	$36.55 \pm 4.53^*$	1 (1, 1)	Grande	+10.51 (3.36, 17.67)
SV1					
V5m (m/s)	8.31 ± 0.48	$8.65 \pm 0.50^*$	1 (1, 1)	Grande	
LP (cm)	205.92 ± 14.81	207.32 ± 15.83	0.14 (-0.63, 0.78)	Pequeño	
RP (pasos·s ⁻¹)	4.28 ± 0.31	4.27 ± 0.21	-0.05 (-0.73, 0.69)	Insignificante	
TC (s)	0.11 ± 0	$0.10 \pm 0^*$	-0.87 (-0.98, -0.34)	Grande	
TV (s)	0.13 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.81 (0.23, 0.97)	Grande	
DH (cm)	34.83 ± 3.51	36.78 ± 4.40	0.81 (0.23, 0.97)	Grande	
SV2					
V5m (m/s)	8.52 ± 0.45	$9.19 \pm 0.53^*$	1 (1, 1)	Grande	
LP (cm)	210.70 ± 17.46	220.37 ± 18.23	0.81 (0.23, 0.97)	Grande	
RP (pasos·s ⁻¹)	4.25 ± 0.29	4.23 ± 0.23	-0.05 (-0.73, 0.69)	Insignificante	
TC (s)	0.11 ± 0	0.10 ± 0	-0.52 (-0.90, 0.30)	Grande	
TV (s)	0.13 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.71 (5.55×10-3, 0.95)	Grande	
DH (cm)	37.48 ± 3.88	$40.50 \pm 2.80^*$	0.90 (0.54, 0.98)	Grande	

Nota. Los valores se presentan como media \pm desviación típica. V0: Sin carga de supervelocidad; SV: Carga de supervelocidad (1: 2 kg; 2: 4 kg; 3: 5.25 kg); V5m: Velocidad media entre 40 m y 45 m desde una salida lanzada; LP: Longitud del paso; RP: Ritmo de paso; TC: Tiempo de contacto; TV: Tiempo de vuelo; DH: Distancia horizontal entre el primer punto de contacto y la proyección vertical del centro de masas. r_B : Tamaño del efecto con correlación biserial por rangos emparejados. *: $p \leq .05$ diferente a los valores de la prueba preliminar; IC: Intervalo de confianza.

Tabla 4 (Continuación)

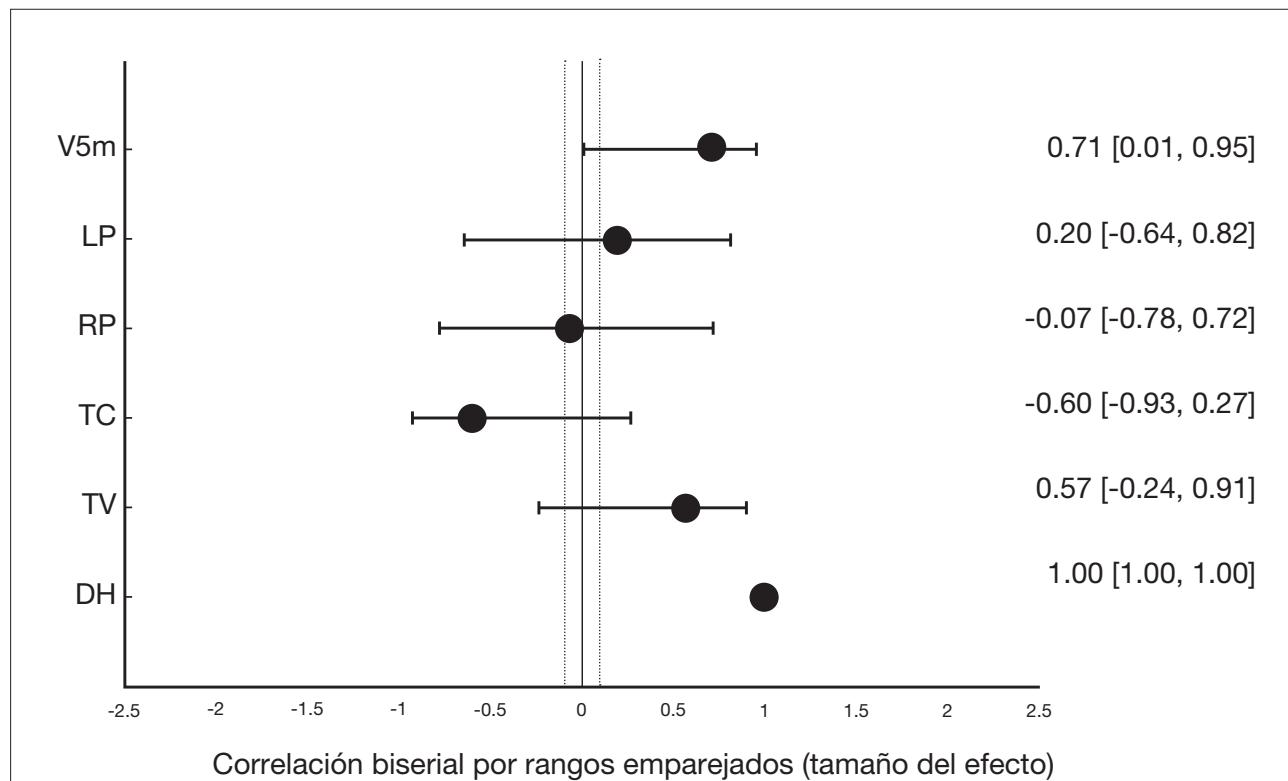
Cambios entre la prueba preliminar y la posterior de las puntuaciones de las variables cinemáticas en diferentes condiciones de supervelocidad y cambio porcentual en la condición V0 tras el periodo de entrenamiento.

Variable	Preliminar	Posterior	r_B (IC 95 %)	Evaluación cualitativa	Variación porcentual (IC 95 %)
SV3					
V5m (m/s)	8.78 ± 0.66	9.09 ± 0.35	0.43 (-0.41, 0.87)	Moderado	
LP (cm)	219.10 ± 15.51	225.43 ± 16.74	0.52 (-0.30, 0.90)	Grande	
RP (pasos·s ⁻¹)	4.25 ± 0.27	4.25 ± 0.19	0.00 (-0.75, 0.75)	Insignificante	
TC (s)	0.11 ± 0	0.10 ± 0	-0.71 (-0.95, -5.55×10-3)	Grande	
TV (s)	0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.52 (-0.30, 0.90)	Grande	
DH (cm)	38.78 ± 4.21	$41.53 \pm 3.67^*$	1 (1, 1)	Grande	

Nota. Los valores se presentan como media ± desviación típica. V0: Sin carga de supervelocidad; SV: carga de supervelocidad (1: 2 kg; 2: 4 kg; 3: 5.25 kg); V5m: Velocidad media entre 40 m y 45 m desde una salida lanzada; LP: Longitud del paso; RP: Ritmo de paso; TC: Tiempo de contacto; TV: Tiempo de vuelo; DH: Distancia horizontal entre el primer punto de contacto y la proyección vertical del centro de masas. r_B : Tamaño del efecto con correlación biserial por rangos emparejados. *: $p \leq .05$ diferente a los valores de la prueba preliminar; IC: Intervalo de confianza.

Figura 1

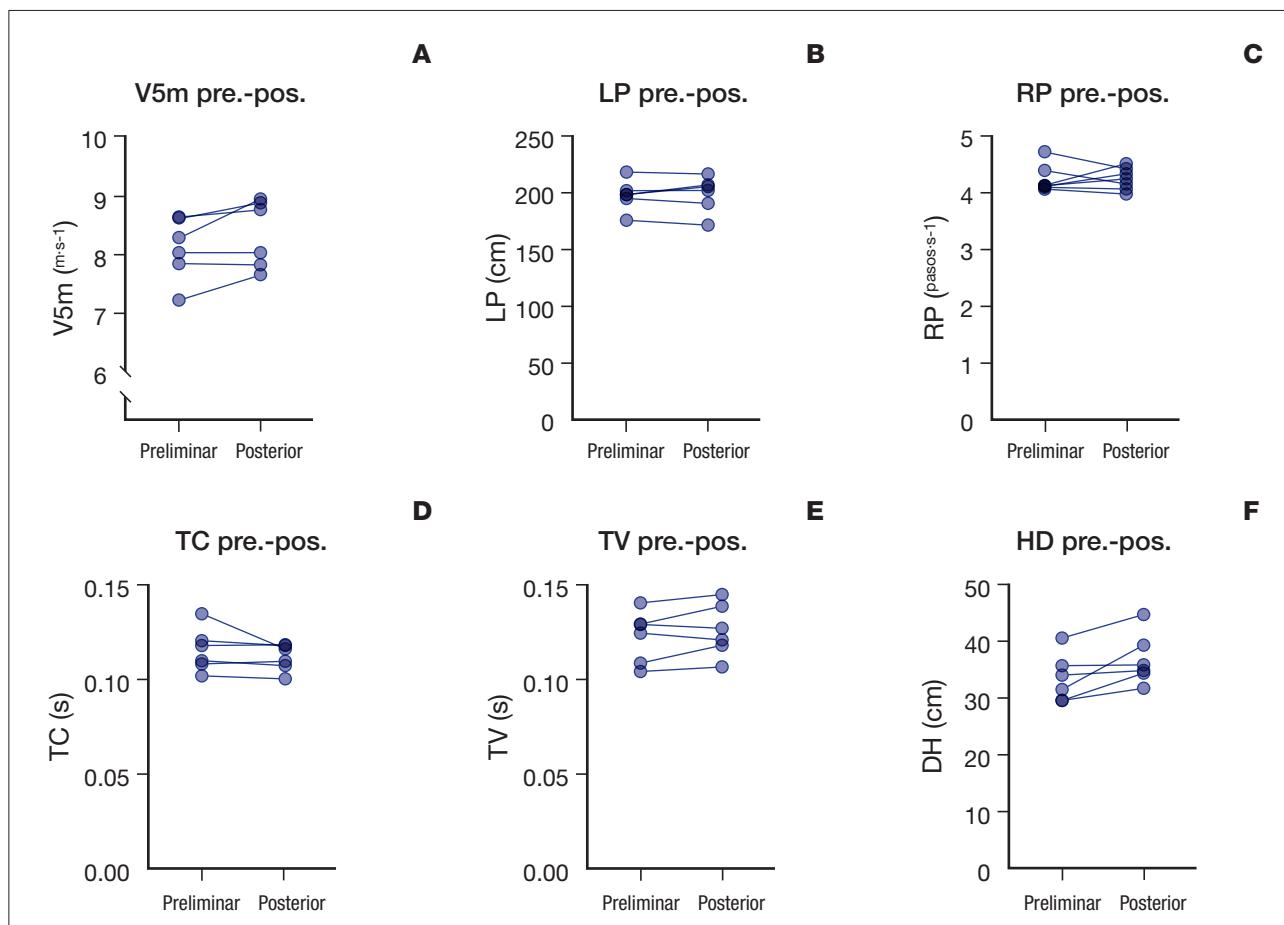
Gráfico con los tamaños del efecto de las variables cinemáticas en la condición V0



Nota. Las líneas negras discontinuas delimitan el carácter insignificante del tamaño del efecto (es decir, de -0.1 a 0.1).

Figura 2

Cambio entre la prueba preliminar y la posterior de cada participante en las distintas variables.



Nota. A) variable V5m; variables B) longitud de paso (LP), C) ritmo de paso (RP), D) tiempo de contacto (TC), E) tiempo de vuelo (TV) y F) distancia horizontal (DH).

Discusión

Tras la intervención, se observaron mejoras en la VMD (V5m) de los deportistas, si bien estas carecieron de significación estadística ($p > .05$). Los cambios en la VMD deben observarse desde una perspectiva individual y teniendo en cuenta la naturaleza multifactorial del rendimiento deportivo. Por esta razón, a pesar de no ser estadísticamente significativos, en ocasiones los pequeños porcentajes de mejora encontrados en algunos deportistas podrían ser decisivos en el resultado final (Loturco, 2023), especialmente en las pruebas de velocidad en atletismo (Loturco et al., 2022; Salo et al., 2011). En la condición de VMD no asistida, las diferencias significativas ($p < .05$) se registraron en DH con un gran tamaño del efecto ($r_B: 1$; IC 95 %: 1-1), mientras que, en las demás variables, las diferencias no fueron significativas y los tamaños del efecto fueron insignificantes o pequeños (véase la Tabla 4), por lo que el patrón de carrera natural no se vio afectado significativamente.

En estudios similares, aparecen aumentos de la VMD tras la intervención de SV con SA, aunque las diferencias metodológicas dificultan la comparación de los resultados.

Tras seis semanas de entrenamiento, Majdell y Alexander (1991) obtuvieron aumentos significativos en la VMD ($p < .05$) utilizando SA motorizados en jugadores de fútbol masculino del equipo universitario (edad: 23 ± 2.73 años), mientras que Kristensen et al. (2006) también informaron de mejoras significativas en la VMD ($p < .05$) en estudiantes de Educación Física (edad: 22 ± 2.6 años) con SA no motorizados después de la intervención. Ninguno de los dos estudios mostró diferencias significativas en las variables cinemáticas, excepto en el tiempo de apoyo (Majdell y Alexander, 1991) y el tiempo de paso (Kristensen et al., 2006), por lo que se puede afirmar que el patrón técnico del esprint no se vio afectado. Por otra parte, Lahti et al. (2020), tras 12.5 ± 0.7 sesiones de entrenamiento de SV con el dispositivo 1080 Sprint en 10 jugadores de rugby masculino (edad: 20.1 ± 1 años), observaron aumentos significativos de la VMD de $3.40 \pm 4.15\%$ ($p < .03$; TE: 0.47; IC 95 %: -0.38 - 1.32), si bien señalan que solo 5 de los 10 miembros del grupo responden positivamente en la dirección prevista tras el entrenamiento, lo que refuerza la necesidad de individualizar la carga. Por lo tanto, se puede argumentar que los posibles

cambios en la VMD de los deportistas se deben a mejoras neuronales y de coordinación dentro de la fase inicial del entrenamiento (Kristensen et al., 2006), por lo que serían necesarios estudios con períodos de intervención más largos.

Sin embargo, como ya se ha mencionado, la heterogeneidad metodológica de los estudios es tan amplia que no es posible concluir el entrenamiento de SV con SA más allá de la propia muestra del estudio. Esta heterogeneidad afecta a muchos factores propios de la muestra, tales como el sexo, la edad, la especialidad deportiva y la experiencia en el entrenamiento, pero también a los procedimientos utilizados en la intervención en aspectos como los SA utilizados, las cargas, las distancias, el tiempo de intervención, los instrumentos y procedimientos de medida, las variables analizadas, etc. Por ello, una segunda motivación de este estudio era hacer una serie de propuestas metodológicas que puedan replicarse para ampliar los conocimientos sobre el entrenamiento de SV con SA y sus efectos. Creemos que debe aprovecharse el hecho de contar con dispositivos como el 1080 Sprint utilizado en este estudio, especialmente a la hora de realizar estudios, por su capacidad de supervisar la carga de entrenamiento y sus efectos de forma individualizada e inmediata (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2021; Lahti et al., 2020; Van den Tillaar, 2021), frente a otros sistemas utilizados, como los SA no motorizados (Kristensen et al., 2006) o las cuerdas elásticas (Stoyanov, 2019).

Estudios similares al nuestro (Kristensen et al., 2006; Majdell y Alexander, 1991; Stoyanov, 2019) presentan diferencias en cuanto a edad, sexo y experiencia en el entrenamiento; y, en relación con estos, nuestros participantes fueron los más jóvenes (véase la Tabla 1). A pesar de que existen algunas recomendaciones de no utilizar el entrenamiento con SV en participantes jóvenes e inexpertos (Schiffer, 2011), nuestros participantes se encontraban en el periodo posterior al PHV (3.33 ± 1.54 años) (Mirwald et al., 2002), tenían suficiente experiencia en el entrenamiento de velocidad (5.17 ± 1.17 años) y recibieron dos sesiones de familiarización con el dispositivo. Estos datos indican que los participantes en el estudio, especialmente las chicas, han superado con creces el periodo de PHV, por lo que sus características madurativas, fisiológicas y antropométricas se asemejan ahora a las de los adultos. Además, su experiencia en el entrenamiento atlético permitiría aplicarles estos métodos.

Normalmente, las cargas de entrenamiento se han elegido en función del incremento producido sobre la VMD, con la recomendación de emplear las que llevan al deportista a velocidades entre un 3 % y un 10 % superiores a la VMD (Clark et al., 2009; Mero y Komi, 1985; Sedláček et al., 2015; Sugiura y Aoki, 2008). En el caso de nuestro estudio, hemos trabajado con cargas medias del 5.05 ± 0.53 % del peso corporal, que han producido velocidades medias del 105.71 % de la VMD. Consideramos especialmente relevante determinar estos valores

para estudios posteriores y su comparación. Asimismo, en nuestro estudio la carga no fue fija, sino que se ajustó entre sesiones y dentro de cada sesión, teniendo en cuenta el efecto producido, es decir, el objetivo del 103-105 % de la VMD. Este aspecto también se tiene en cuenta en el estudio de Stoyanov (2019) con cuerdas elásticas, que fija sus objetivos en la velocidad resultante, del 102-103 % al 108-110 %, en función de la distancia y del deportista, así como en el de Lahti et al. (2020), donde el objetivo era obtener velocidades del 105 % de la VMD, con un ajuste semanal de las cargas.

La intervención realizada se basa en un enfoque ecológico (Araújo et al., 2006; Torrents, 2005) sobre el entrenamiento de los deportistas (véase la Tabla 2), que lo incluye en su propia preparación para la competición. Creemos que este tipo de estudios, aunque son más difíciles de controlar por el elevado número de variables de confusión que pueden aparecer, aportan información con mayor validez externa que los estudios realizados en situaciones analíticas o de laboratorio (Kristensen et al., 2006; Majdell y Alexander, 1991). Esta misma línea de enfoque ecológico puede encontrarse en Stoyanov (2019), con jóvenes velocistas, y Lahti et al. (2020) con jugadores de rugby. En ambos estudios, nos proporcionan los datos de la intervención y el resto del contenido del entrenamiento. También debe hacerse hincapié en la necesidad de realizar estudios con un grupo de control que lleve a cabo la misma intervención en una situación más analítica, para poder evaluar la eficacia de este tipo de intervención.

Nuestro estudio tiene la limitación del tamaño de la muestra final, en la que solo 6 participantes terminaron la intervención, de los 8 que la iniciaron. Esta pequeña muestra no proporciona suficiente potencia estadística a los resultados obtenidos, pero consideramos necesario atender a la individualidad de los resultados (Loturco et al., 2022) y al tamaño del efecto del tratamiento, sin centrarse únicamente en la significación estadística de los resultados (Hopkins et al., 2009; Swinton et al., 2022; Turner et al., 2021b, 2021a). Observamos que en el estudio de Lahti et al. (2020) se obtiene un TE de 0.47 (-0.38 - 1.32) con un $p = .03$, mientras que en el nuestro se obtiene un TE mayor ($0.71 [-0.00 - 0.95]$), pero un valor de p no significativo, debido a la mayor amplitud del intervalo de confianza. Si nos fijamos en la respuesta individual, Lahti et al. (2020) observan que 5 de los 10 participantes no responden en la dirección esperada, cosa que atribuyen a una inadecuada carga de entrenamiento, según su perfil inicial de fuerza-velocidad, mientras que, en el nuestro, solo hubo 2 de los 6 que no mejoraron su VMD tras el tratamiento (M1: -0.12 %; F4: -0.51 %) y el resto de los deportistas sí mejoraron, algunos considerablemente en valores porcentuales (F2: +5.87 %; F3: +7.07 %; H1: +1.48 %; H2: +2.82 %). La introducción de pruebas de seguimiento durante unas semanas también podría proporcionarnos más información sobre los efectos del

entrenamiento (Bissas et al., 2022; Lahti et al., 2020), además de tener en cuenta el posible error en los procedimientos de medición, aspecto nada desdeñable en la investigación y que puede dar lugar a resultados falsos al evaluar si una persona responde o no al entrenamiento (Mann et al., 2014; Pickering y Kiely, 2019). Pickering y Kiely (2019) sostienen que el aspecto más importante del entrenamiento es la dosificación individual de la carga de entrenamiento y que la falta de respuesta al proceso puede deberse a que no era adecuado para sus características. Según estos mismos autores, deberían dejar de emplearse los términos *Responder* ("participante que responde al tratamiento") y *Non-responder* (lo contrario), y el segundo debería cambiarse por *Did not respond* ("el participante no respondió"), indicando así el motivo por el que el deportista no respondió al tratamiento. Por último, se necesitan más estudios para poder determinar si existe un patrón específico de ausencia de respuesta a cada tipo de ejercicio (Mann et al., 2014), en este caso al de SV.

Conclusiones y aplicaciones prácticas

Es necesario un periodo de adaptación o familiarización a las condiciones de la SV generadas por el SA para poder correr a velocidad supramáxima de forma controlada. Las primeras repeticiones generan inseguridad y desconfianza en los deportistas.

El entrenamiento de SV con SA puede ser un buen método para reducir los valores de TC, lo cual constituye un factor determinante en el rendimiento para mejorar la VMD, ya que las condiciones de SV implican una mayor necesidad de fuerzas verticales de reacción al suelo.

La gestión y dosificación de las cargas debe hacerse de forma individualizada y diaria, adaptando las cargas al objetivo propuesto.

Es posible que los periodos de intervención de unas 4-6 semanas resulten insuficientes; sería recomendable aplicar periodos más largos, de entre 8 y 12 semanas, para poder evaluar los resultados más allá de la fase inicial del entrenamiento.

En la investigación, deben recogerse datos sobre la salud individual, tanto fisiológicos como psicológicos o emocionales, durante las pruebas, con el fin de determinar cualquier posible influencia en los resultados.

Financiación

El presente estudio no ha recibido financiación externa.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653–676. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.07.002>
- Bissas, A., Paradisis, G. P., Nicholson, G., Walker, J., Hanley, B., Havenetidis, K., & Cooke, C. B. (2022). Development and maintenance of sprint training adaptations: an uphill-downhill study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 90–98. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003409>
- Buscà, B., Quintana, M., Padullés-Riu, J. M. (2016). High-speed cameras in sport and exercise: Practical applications in sports training and performance analysis. *Aloma: Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna*, 34(2), 11–24. <https://raco.cat/index.php/Aloma/article/view/315257>
- Cecilia-Gallego, P., Odriozola, A., Beltrán-Garrido, J. V., & Alvarez-Herms, J. (2022a). Acute effects of different overspeed loads with motorized towing system in young athletes: a pilot study. *Biology*, 11(8), 1223. <https://doi.org/10.3390/biology11081223>
- Cecilia-Gallego, P., Odriozola, A., Beltrán-Garrido, J. V., & Álvarez-Herms, J. (2022b). Acute effects of overspeed stimuli with towing system on athletic sprint performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 40(6), 704–716. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1515165>
- Clark, D. A., Sabick, M. B., Pfeiffer, R. P., Kuhlman, S. M., Knigge, N. A., & Shea, K. G. (2009). Influence of towing force magnitude on the kinematics of supramaximal sprinting. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1162–1168. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318194df84>
- Clark, K., Cahill, M., Korfist, C., & Whitacre, T. (2021). Acute kinematic effects of sprinting with motorized assistance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7), 1856–1864. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003051>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., Marfell-Jones, M. (2019). Protocolo internacional para la valoración antropométrica. Perfil Completo. In UCAM (Ed.), *International Society for the Advancement of Kinanthropometry-ISAK*.
- Gleadhill, S., Jiménez-Reyes, P., van den Tillaar, R., & Nagahara, R. (2024). Comparison of kinematics and kinetics between unassisted and assisted maximum speed sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 00(00), 1–7. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2314866>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Kristensen, G. O., van den Tillaar, R., & Ettema, G. J. C. (2006). Velocity specificity in early-phase sprint training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 833–837. <https://doi.org/10.1519/R-17805.1>
- Lahti, J., Jiménez-Reyes, P., Cross, M. R., Samozino, P., Chassaing, P., Simond-Cote, B., Ahtiainen, J., & 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). <https://doi.org/10.3390/sports8050074>
- Loturco, I. (2023). Rethinking Sport Science to Improve Coach-Researcher Interactions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–2. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2023-0367>
- Loturco, I., Fernandes, V., Bishop, C., Mercer, V. P., Siqueira, F., Nakaya, K., Pereira, L. A., & Haugen, T. (2022). Variations in physical and competitive performance of highly trained sprinters across an annual training season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004380>
- Majdell, R., & Alexander, M. (1991). The effect of overspeed training on kinematic variables in sprinting. *Journal of Human Movement Studies*, 21(1), 19–39.

- Mann, T. N., Lamberts, R. P., & Lambert, M. I. (2014). High responders and low responders: factors associated with individual variation in response to standardized training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(8), 1113–1124. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0197-3>
- Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *Journal of Applied Biomechanics*, 1(3), 240–252. <https://doi.org/10.1123/jjsb.1.3.240>
- Mero, A., Komi, P. V., Rusko, H., & Hirvonen, J. (1987). Neuromuscular and anaerobic performance of sprinters at maximal and supramaximal speed. *International Journal of Sports Medicine*, 8 Suppl 1, 55–60. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025704>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689–694. <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
- Padullés-Riu, J. M. (2011). *Valoración de los parámetros mecánicos de carrera. Desarrollo de un nuevo instrumento de medición*. [Doctoral Thesis, University of Barcelona].
- Pickering, C. & Kiely, J. (2017). Understanding personalized training responses: can genetic assessment help? *The Open Sports Sciences Journal*, 10(1), 191–2013. <https://doi.org/10.2174/1875399X01710010191>
- Pickering, C., & Kiely, J. (2019). Do non-responders to exercise exist—and if so, what should we do about them? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-01041-1>
- Puig-Diví, A.; Padullés-Riu, J.M.; Busquets-Faciabén, A.; Padullés-Chando, X.; Escalona-Marfil, C.; Marcos-Ruiz, D. (2017). Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angular and distance dimensions. *PrePrints*, 2017100042. <https://doi.org/10.20944/preprints201710.0042.v1>
- Reinking, M. F., Dugan, L., Ripple, N., Schleper, K., Scholz, H., Spadino, J., Stahl, C., & McPoil, T. G. (2018). Reliability of two-dimensional video-based running gait analysis. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 453–461. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30038831>
- Romero-Franco, N., Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Rodríguez-Juan, J. J., González-Hernández, J., Toscano-Bendala, F. J., Cuadrado-Peñaflor, V., & Balsalobre-Fernández, C. (2017). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *European Journal of Sport Science*, 17(4), 386–392. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1249031>
- Salo, A. I. T., Bezodis, I. N., Batterham, A. M., & Kerwin, D. G. (2011). Elite sprinting: are athletes individually step-frequency or step-length reliant? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(6), 1055–1062. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318201f6f8>
- Schiffer, J. (2011). Training to overcome the speed plateau. *IAAF New Studies in Athletics*, 26, 7–16.
- Sedláček, J., Krska, P., & Kostial, J. (2015). Use of supramaximal speed mean in maximal running speed department. *Gymnasium. Scientific Journal of Education, Sports, and Health*, 16, 39–50. <https://gymnasium.ub.ro/index.php/journal/article/view/85>
- Stoyanov, H. T. (2019). Effect of assisted training on the special running preparation of junior sprinters for 100 and 200 m. *Human. Sport. Medicine*, 19(3), 74–79. <https://doi.org/10.14529/hsm190309>
- Sugiura, Y., & Aoki, J. (2008). Effects of supramaximal running on stride frequency and stride length in sprinters. *Advances in Exercise & Sports Physiology*, 14(1), 9–17. <https://ci.nii.ac.jp/naid/110006781626/>
- Swinton, P. A., Burgess, K., Hall, A., Greig, L., Psyllas, J., Aspe, R., Maughan, P., & Murphy, A. (2022). Interpreting magnitude of change in strength and conditioning: Effect size selection, threshold values and Bayesian updating. *Journal of Sports Sciences*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2128548>
- Torrents, C. (2005). *La teoría de los sistemas dinámicos y el entrenamiento deportivo* [Doctoral Thesis, University of Barcelona]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/2897?show=full>
- Turner, A. N., Parmar, N., Jovanovski, A., & Hearne, G. (2021a). Assessing group-based changes in high-performance sport. Part 1: null hypothesis significance testing and the utility of p values. *Strength & Conditioning Journal*, 43(3), 112–116. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000625>
- Turner, A. N., Parmar, N., Jovanovski, A., & Hearne, G. (2021b). Assessing group-based changes in high-performance sport. Part 2: Effect sizes and embracing uncertainty through confidence intervals. *Strength & Conditioning Journal*, 43(4), 68–77. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000613>
- Van den Tillaar, R. (2021). Comparison of development of step-kinematics of assisted 60 m sprints with different pulling forces between experienced male and female sprinters. *Plos One*, 16(7), e0255302. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0255302>
- Vicens-Bordas, J., Esteve, E., Fort-Vanmeerehaeghe, A., Casals, M., Bandholm, T., Ishøi, L., Opar, D., Shield, A., & Thorborg, K. (2020). Performance changes during the off-season period in football players – Effects of age and previous hamstring injury. *Journal of Sports Sciences*, 38(21), 2489–2499. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1792160>

Conflictos de intereses: los autores no han informado de ningún conflicto de intereses.

© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com>. Este trabajo tiene licencia de Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Las imágenes u otros materiales de terceros de este artículo están incluidos en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito; si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

