

Efectos del entrenamiento de series descendentes sobre fuerza máxima dinámica, salto y aceleración en jugadoras de baloncesto

Drop sets effects on maximum dynamic strength, jumping ability and acceleration in female basketball players

José María Izquierdo¹ 

Diego Marqués-Jiménez¹ 

¹ Valoración del Rendimiento Deportivo, Actividad Física y Salud, y Lesiones Deportivas (REDAFLED), Universidad de Valladolid, España

Autor para la correspondencia:

José María Izquierdo
josemaria.izquierdo@uva.es

Título abreviado:

Entrenamiento de series descendentes y fuerza en baloncesto

Cómo citar el artículo:

Izquierdo, J. M., & Marqués-Jiménez, D. (2024). Efectos del entrenamiento de series descendentes sobre fuerza máxima dinámica, salto y aceleración en jugadoras de baloncesto. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 19(59), 17-33. <https://doi.org/10.12800/ccd.v19i59.2068>

Recepción: 9 junio 2023 / Aceptación: 13 diciembre 2023

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar los efectos del entrenamiento de series descendentes (DS) en fuerza máxima dinámica (1RM) en media sentadilla, capacidad de salto (CMJ) y capacidad de aceleración (10 m) en jugadoras amateur de baloncesto. Veinticinco jugadoras (22.59 ± 3.73 años) de dos equipos fueron evaluadas en tres ocasiones, siendo T0 la evaluación inicial, T1 la evaluación después de trabajar la musculatura de la extremidad inferior durante seis semanas con entrenamiento clásico de fuerza sin DS, y T2 después de otras seis semanas incluyendo DS. Únicamente el rendimiento en CMJ estuvo influenciado significativamente por el programa de entrenamiento ($p = .001$; $\eta^2 = .376$). Se encontraron diferencias significativas en 1RM comparando los tres tiempos: T0-T1 ($p = .001$), T0 con T2 ($p = .001$) y T1-T2 ($p = .001$). También hubo diferencias en CMJ entre T0-T1 ($p = .001$) y T0-T2 ($p = .001$), mientras que en 10 m únicamente entre T0-T2 ($p = .05$). Estos resultados sugieren que, a pesar de una supuesta poca eficacia del entrenamiento con DS respecto al entrenamiento tradicional en la mejora del rendimiento en acciones de salto y aceleración, ambos pueden ser complementarios dentro de una planificación al mantenerse los efectos producidos.

Palabras clave: Deporte de equipo, entrenamiento, mujer, rendimiento deportivo, drop sets.

Abstract

The aim of this research was to quantify the effects of the inclusion of drop set training (DS) on maximum dynamic strength (1RM) in back squat, jump ability (CMJ) and speed (10 m) in female basketball players. For this purpose, 25 participants (22.59 ± 3.73 years) of two amateur teams were examined in three times: initial assessment (T0), after six weeks of traditional lower limbs strength training without DS (T1), and after an additional six weeks incorporating DS training (T2). Only the performance in the CMJ test was significantly influenced by the training program ($p = .001$; $\eta^2 = .376$). Post-hoc test identified statistical differences from 1RM: T0-T1 ($p = .001$), T0-T2 ($p = .001$) and T1-T2 ($p = .001$). Differences were also identified in CMJ between T0-T1 ($p = .001$) and T0-T2 ($p = .001$), and in 10 m between T0 and T2 ($p = .05$). These results suggest that, despite the supposed low efficacy of DS training compared to traditional training in improving performance in jumping and acceleration capacities, both can be complementary within a training program, as the effects produced are maintained.

Key words: Team sport, training, female, sport performance, drop sets.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Introducción

La práctica de un deporte concreto solicita a los deportistas unas demandas condicionales específicas. En el baloncesto, estas demandas se basan principalmente en la aplicación de fuerza rápida, la cual influye en el resto de capacidades puesto que permite ser ágil con y sin balón, y veloz en distancias cortas (Delextrat & Cohen, 2008; Montgomery et al., 2010), además de en el rendimiento en acciones técnicas propias del juego (Alsasua et al., 2022; Izquierdo et al., 2021). En este sentido, la literatura confirma que la aplicación de fuerza es esencial para un adecuado rendimiento deportivo en baloncesto (Chaouachi et al., 2009). Su mejora conlleva un aumento del rendimiento en la capacidad de acelerar (Ben Abdelkrim et al., 2006) y de saltar (Delextrat & Cohen, 2008), determinantes en el rendimiento por su influencia en el juego.

La prescripción de entrenamientos de fuerza implica la manipulación de los componentes de la carga (volumen, frecuencia, duración, intensidad y densidad) para lograr las adaptaciones musculares pretendidas (Kraemer & Rattamess, 2004). De hecho, se recomienda la alternancia en la manipulación de los componentes de la carga para evitar un posible estancamiento en las adaptaciones musculares (Krzysztofik et al., 2019). En este sentido, se ha especulado que manipular el volumen de entrenamiento y el esfuerzo relativo (proximidad al fallo muscular) puede tener un impacto positivo en diferentes adaptaciones al entrenamiento, como es el caso de la hipertrofia muscular (Schoenfeld et al., 2019). Precisamente en esto se basa el entrenamiento de series descendentes o drop sets (DS).

El entrenamiento de DS consiste en realizar una serie de un ejercicio con una carga determinada hasta el fallo muscular momentáneo. Después se reduce la carga ($\pm 20\%$) y se realizan repeticiones adicionales hasta el nuevo fallo muscular (Angleri et al., 2020; Krzysztofik et al., 2019). El entrenamiento de DS aumenta el tiempo en el que el músculo está sometido a tensión y la densidad de entrenamiento (trabajo por unidad de tiempo) (Coleman et al., 2022; Schoenfeld & Grgic, 2018), estimulando una mayor acumulación de metabolitos e inflamación celular y favoreciendo el crecimiento de la sección transversal muscular, es decir, la hipertrofia muscular (Schoenfeld & Grgic, 2018; Schoenfeld et al., 2019).

Las adaptaciones musculares de la extremidad inferior promovidas por el entrenamiento de DS han sido poco analizadas en deportistas. Estudiantes universitarios mostraron aumentos significativos en una repetición máxima dinámica (1RM) en prensa de piernas a través de este método aplicando cinco series con cargas de 50% de 1RM en comparación con una configuración de serie tradicional (Goto et al., 2004). Sin embargo, en culturistas no se observaron diferencias significativas entre un entrenamiento con DS (dos series y una reducción del 20% en la carga) y un entrenamiento tradicional (tres a cinco series de seis a doce repeticiones con un intervalo de descanso de dos minutos entre series), a pesar de que ambos tipos de entrenamiento promovieron aumentos significativos en la fuerza muscular e

hipertrofia (Angleri et al., 2017). Raeder et al. (2016) compararon los efectos de varios tipos de entrenamientos (incluido el entrenamiento de DS) durante seis días en jugadores de fútbol y balonmano. Sus resultados no mostraron mejoras significativas en la capacidad de salto, y los autores sugirieron la necesidad de incluir un periodo de adaptación de varios días para producir las ganancias necesarias. Únicamente un estudio ha analizado los efectos del entrenamiento DS en jugadores de baloncesto (Drinkwater et al., 2007). Tras un periodo de entrenamiento de seis semanas con diferentes tipos de entrenamiento de DS (G1: 12x3; G2: 4x6 G3: 8x3; todos con carga de 60% de 1RM), no hubo diferencias significativas entre los grupos en la hipertrofia muscular ni en 1RM. Con estos precedentes, existe un gran vacío en la literatura científica sobre el efecto del entrenamiento de DS en la capacidad de salto y en la capacidad de aceleración en el deporte en general, y en el baloncesto en particular.

La presente investigación puede mostrar nuevas evidencias acerca de un tipo de entrenamiento de fuerza que no ha sido suficientemente analizado con jugadoras de baloncesto y sus posibles efectos en capacidades tan importantes como la fuerza máxima dinámica, el salto y la aceleración (Mancha-Triguero et al., 2020). Por tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos de la inclusión del entrenamiento de DS en la fuerza máxima dinámica de la extremidad inferior, la capacidad de salto y la capacidad de aceleración en jugadoras amateur de baloncesto. Basándonos en la literatura disponible, se planteó la hipótesis de que la inclusión del entrenamiento de DS puede no aumentar la magnitud de los efectos neuromusculares que produce un entrenamiento de fuerza tradicional, pero quizá sí que pueda ayudar a mantener los efectos logrados con este.

Método

Participantes

Veinticinco jugadoras (edad: 22.59 ± 3.73 años; masa corporal: 66.37 ± 8.21 kg; altura: 170.13 ± 10.44 cm; experiencia federada: 10.45 ± 3.00 años) de dos equipos seniors amateur de un mismo club participaron en este estudio. Ambos equipos competían de forma federada a nivel nacional y autonómico, respectivamente.

Los criterios de inclusión de las participantes fueron: a) edad comprendida entre 18 y 30 años; b) fuerza relativa mínima en sentadilla profunda con barra de 1.25 x masa corporal; c) tener al menos dos años de experiencia en entrenamiento de fuerza; d) no consumir suplementos de creatina, antiinflamatorios, esteroides anabolizantes androgénicos u otras sustancias que pudieran tener efecto en las adaptaciones musculares durante el periodo de entrenamiento y cuatro semanas antes del estudio; y e) realizar el programa de fuerza asignado durante tres días a la semana en todo el periodo de intervención. El 68% (17 jugadoras) fueron evaluadas durante la fase folicular del ciclo menstrual en alguna de las tres mediciones evaluables, y el 40% (10 jugadoras) hizo uso de anticonceptivos orales.

Este estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad correspondiente (ULE-022-2021). Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo con la Declaración de Helsinki. Todas las participantes fueron informadas del objetivo y los procedimientos, y firmaron un consentimiento informado antes de la participación voluntaria en el estudio.

Diseño

El presente estudio tiene un diseño cuasiexperimental, en tanto que no hay grupo control y todas las participantes realizaron la misma intervención. La intervención se llevó a cabo durante 14 semanas, y se inició la primera semana del periodo competitivo, cuando todas las jugadoras habían realizado la pretemporada de cinco semanas de duración. La carga de ambos equipos tanto en el periodo preparatorio como durante el periodo competitivo fue la misma: tres entrenamientos semanales más cuatro partidos amistosos (periodo preparatorio), y tres entrenamientos semanales más un partido oficial de liga regular cada fin de semana en el periodo competitivo. Además, la planificación y el diseño en cuanto a la carga de las tareas y ejercicios de entrenamiento fue la misma y fue realizada por la misma persona (en labores de preparador físico) para ambos equipos, junto con la supervisión de los técnicos. De tal manera que, durante el periodo competitivo, las sesiones de entrenamiento tuvieron un diseño relativamente similar: activación y calentamiento (15 min), tareas orientadas a mejorar los aspectos condicionales (30 min), tareas técnico tácticas (45 min) y vuelta a la calma (10 min). Dos días anteriores a la medición inicial (T0) se realizó una sesión de familiarización para explicar el protocolo y los estándares técnicos de cada prueba: 1RM en media sentadilla, salto con contramovimiento (CMJ) y aceleración lineal de 10 m (10 m). En los días de medición (T0, T1 y T2), para la obtención del 1RM se realizó un calentamiento específico estandarizado compuesto por cinco medias sentadillas con barra y cargas bajas, y dos repeticiones submáximas en media sentadilla con barra y carga alta seleccionada por las jugadoras (Enes et al., 2021). El calentamiento para medir la capacidad de salto y la aceleración consistió en 5 min de carrera continua a 6 km/h, cinco repeticiones de CMJ y tres repeticiones de aceleración de 10 m (Enes et al., 2021).

El orden de las pruebas a evaluar en cada medición fue el siguiente: prueba de 1RM en media sentadilla con barra (martes) y pasadas 48 horas (jueves) pruebas CMJ y 10 m. De este modo se garantizaron 48 horas de recuperación tras el último partido de competición. Tras la evaluación inicial (T0), las participantes iniciaron un programa de entrenamiento de fuerza tradicional de seis semanas realizado dos veces por semana (12 sesiones de entrenamiento en total). Una vez completado este periodo, en la semana posterior se realizaron las mismas pruebas que en la evaluación inicial con el objetivo de evaluar los efectos del entrenamiento tradicional (T1). Tras ello se inició otro periodo de seis semanas y 12 sesiones del mismo entrenamiento de fuerza, pero añadiendo el DS. Tras ese periodo de entrenamiento se repitieron las pruebas con el fin de evaluar los posibles efectos de la inclusión del entrenamiento DS (T2). La cronología del estudio, con las semanas de medición y los periodos de entrenamiento, se puede observar en la Figura 1.

El orden de las pruebas a evaluar en cada medición fue el siguiente: prueba de 1RM en media sentadilla con barra (martes) y pasadas 48 horas (jueves) pruebas CMJ y 10 m. De este modo se garantizaron 48 horas de recuperación tras el último partido de competición. Tras la evaluación inicial (T0), las participantes iniciaron un programa de entrenamiento de fuerza tradicional de seis semanas realizado dos veces por semana (12 sesiones de entrenamiento en total). Una vez completado este periodo, en la semana posterior se realizaron las mismas pruebas que en la evaluación inicial con el objetivo de evaluar los efectos del entrenamiento tradicional (T1). Tras ello se inició otro periodo de seis semanas y 12 sesiones del mismo entrenamiento de fuerza, pero añadiendo el DS. Tras ese periodo de entrenamiento se repitieron las pruebas con el fin de evaluar los posibles efectos de la inclusión del entrenamiento DS (T2). La cronología del estudio, con las semanas de medición y los periodos de entrenamiento, se puede observar en la Figura 1.

	T0					Entrenamiento tradicional					T1					Entrenamiento DS					T2	
Periodo	Pretemporada					Competitivo																
Semana	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Mes	Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre	

Figura 1. Cronología en el diseño del estudio

Notas: T0, evaluación inicial; T1, evaluación del entrenamiento tradicional; T2, evaluación del entrenamiento con DS (drop sets).

Los programas de entrenamiento de fuerza se integraron en el inicio de la sesión, antes del entrenamiento técnico-táctico, los martes y jueves de cada semana y a la misma hora. El calentamiento consistió en correr 5 min a 6 km/h alrededor de la pista de juego y realizar 2 series de 8 y 3 repeticiones de media sentadilla con barra con una carga estimada de 10% y 60% de 1RM, respectivamente (Enes et al., 2021).

Tanto el entrenamiento de fuerza tradicional como el entrenamiento DS incluían los mismos contenidos y se realizaron en el mismo orden. Ambos se muestran en la Tabla 1 en la que se incluye también las cargas de entrenamiento aplicadas en cada uno de ellos (Enes et al., 2021; Schoenfeld et al., 2019).

Tabla 1. Ejercicios y cargas de entrenamiento de ambos entrenamientos (tradicional y drop sets) realizados por las jugadoras durante el periodo de estudio

Ejercicios	Cargas de entrenamiento	
	Entrenamiento tradicional	Entrenamiento Drop Sets
Sentadilla profunda con barra Prensa de piernas a 45° Extensión de rodilla sentado, Peso muerto con piernas rígidas Flexión de rodilla sentado	3 series de 12 repeticiones al 70% de 1RM (2 min de recuperación entre series)	3 series de 6 repeticiones al 75% de 1RM 3 series de 10 repeticiones al 55% de 1RM (20 s de recuperación intra series y 2 min de recuperación entre series)

Fuerza máxima dinámica (1RM)

El test de 1RM comenzó aproximadamente 3 min después del calentamiento. Cada evaluación se realizó a una cadencia de 60 compases por minuto (usando un metrónomo digital), resultando en 2 s para las fases de contracción excéntrica y concéntrica, de tal modo que hubo una tensión muscular constante durante todo el ejercicio (Thiele et al., 2015). Para obtener el valor de 1RM en media sentadilla se utilizó un protocolo previamente utilizado (Brown, 2007). En cinco intentos como máximo, con tres minutos de descanso entre ellos, cada jugadora determinó en el primer intento una carga aproximada al 85% (3 repeticiones) de su 1RM, y en los sucesivos intentos se aplicaron cargas gradualmente pequeñas (2.27 – 9.09 kg) hasta que la jugadora no pudo completar una repetición utilizando la técnica adecuada a través del rango completo de movimiento o ya no pudo mantener la cadencia (60 b·min⁻¹) del metrónomo (Mackey et al., 2020). A todas las jugadoras se les colocó una banda elástica para proporcionarles una retroalimentación cinestésica de cuándo se logró un ángulo de rodilla de 90° (Conchola et al., 2015). El material empleado fue un Power Rack comercial ajustable (RockSolid Fitness, Rutland, VT, EE. UU.) con una barra olímpica estándar (20.45 kg) situado en una sala de musculación anexa a la pista de juego. El valor de 1RM registrado fue el peso movilizado en la repetición máxima (kg).

Capacidad de salto

Las jugadoras realizaron tres repeticiones de CMJ, con 60 s de descanso entre ellos (Warr et al., 2020). Para su medición se utilizó una plataforma de fuerza (QuattroJump, Kistler 100 Instrument AG, Winterthur, Switzerland) situada en la misma sala de musculación donde se realizó la prueba de 1RM. Se registró la altura de salto (cm) y el mejor resultado fue el que se empleó para el análisis estadístico.

Capacidad de aceleración

Las jugadoras colocaron el pie delantero 0.5 m antes de la primera puerta de cronometraje. Se indicó a las jugadoras que corrieran lo más rápido posible a través de las puertas de cronometraje (Witty Timing System, Microgate,

Bolzano, Italia), ubicadas en la salida y a 10 m. Las jugadoras realizaron tres repeticiones con 3 min de recuperación entre cada repetición. Se monitorizó el tiempo en recorrer la distancia establecida (s), y el mejor resultado se empleó para el análisis estadístico. El lugar donde se llevó a cabo esta prueba fue en la pista de entrenamiento de los equipos.

Análisis estadístico

Los datos se presentan como medias y desviaciones estándar ($M \pm DE$). El coeficiente de correlación intraclase (ICC) se utilizó para medir la concordancia entre las mediciones realizadas en cada prueba de rendimiento físico (Atkinson & Nevill, 1998). El valor del ICC se interpretó de acuerdo a los siguientes rangos: escasa (< 0.5), moderada (0.5 - 0.75), buena (0.75 - 0.9) y excelente (> 0.9) (Koo & Li, 2016). El coeficiente de variación (CV) se calculó para la variabilidad relativa de las mediciones. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos, y la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de la varianza. Tras ello se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores de medidas repetidas para analizar los efectos del programa de entrenamiento de fuerza tradicional y del programa de entrenamiento de DS en los diferentes momentos de medición (T0-T1-T2). Se calculó la Lambda de Wilks y, cuando el valor F resultó significativo, se realizó la prueba de Bonferroni para determinar las diferencias entre los momentos de medición y el efecto de los programas de entrenamiento. El valor eta cuadrado parcial (η^2) fue calculado. Los análisis estadísticos se realizaron con SPSS para Windows, versión 25.0 (SPSS Inc., Chicago, EEUU). El nivel de significación estadística se fijó en $p < .05$.

Resultados

La Tabla 2 muestra los datos descriptivos del rendimiento en 1RM, CMJ y 10 m en cada uno de los tres momentos de medición (T0, T1 y T2), y el ICC y el CV de cada una de las pruebas de rendimiento físico. La concordancia entre las mediciones realizadas en cada prueba de rendimiento físico fue moderada y el CV osciló entre el 2.7% (10 m) y el 10.6% (1RM).

Tabla 2. Datos descriptivos, ICC y CV del rendimiento en 1RM, CMJ y 10m en cada uno de los tres momentos de medición (T0, T1 y T2)

	T0	T1	T2	ICC	CV (%)
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE		
1RM (kg)	70.440 \pm 6.988	74.760 \pm 7.247	78.960 \pm 7.463	.669	10.6
CMJ (cm)	24.582 \pm 1.618	26.316 \pm 1.706	26.744 \pm 1.673	.534	7.5
10m (s)	1.978 \pm 0.064	1.959 \pm 0.045	1.947 \pm 0.041	.661	2.7

CMJ: salto con contramovimiento; CV: coeficiente de variación; DE: desviación estándar; ICC: coeficiente de correlación intraclase; 1RM: 1 repetición máxima; 10 m: aceleración lineal de 10 m.

La Tabla 3 muestra las diferencias significativas en el rendimiento en 1RM, CMJ y 10 m en función del momento de medición (T0, T1 y T2) y el programa de entrenamiento (tra-

dicional y DS). Únicamente el rendimiento en la prueba CMJ estuvo influenciado significativamente por el programa de entrenamiento ($p = .001$; $\eta^2 = .376$).

Tabla 3. Prueba de contrastes para determinar diferencias en el rendimiento en 1RM, CMJ y 10m en función del momento de medición (T0, T1 y T2) y el programa de entrenamiento (tradicional y drop sets)

	Efectos	RMS	F	p	η^2
1RM (kg)	Tiempo	453.690	200.305	.001*	.807
	Tiempo * Programa	0.090	0.040	.843	.001
CMJ (cm)	Tiempo	31.438	96.868	.001*	.669
	Tiempo * Programa	9.370	28.870	.001*	.376
10m (s)	Tiempo	0.006	10.634	.002*	.181
	Tiempo * Programa	0.000	0.412	.524	.009

CMJ: salto con contramovimiento; DE: desviación estándar; F: valor F; RMS: Media cuadrática; p: valor p; 1RM: 1 repetición máxima; 10 m: aceleración lineal de 10 m; η^2 : Eta cuadrado parcial. *: $p < .05$.

En concreto, los efectos del programa de entrenamiento de fuerza tradicional en el rendimiento en CMJ fueron superiores a los efectos promovidos por el programa de entrenamiento de DS (Figura 2). En 1RM se obtuvieron diferencias significativas tras todo el periodo de entrenamiento de fuerza (T0-T2, $p = .001$), tras el periodo de entrenamiento tradicional (T0-T1, $p = .001$), y tras el entrenamiento de DS (T1-T2, $p = .001$). En el rendimiento en CMJ se ob-

tuvieron diferencias significativas tras el entrenamiento de fuerza (T0-T2, $p = .001$) y tras el entrenamiento tradicional (T0-T1, $p = .001$), pero no tras el entrenamiento de DS (T1-T2, $p = .118$). En el rendimiento en 10 m sólo se obtuvieron diferencias significativas tras el entrenamiento de fuerza (T0-T2, $p = .05$), ya que el entrenamiento tradicional y el entrenamiento de DS no tuvieron efectos significativos en el rendimiento (T0-T1, $p = .088$; T1-T2, $p = .069$).

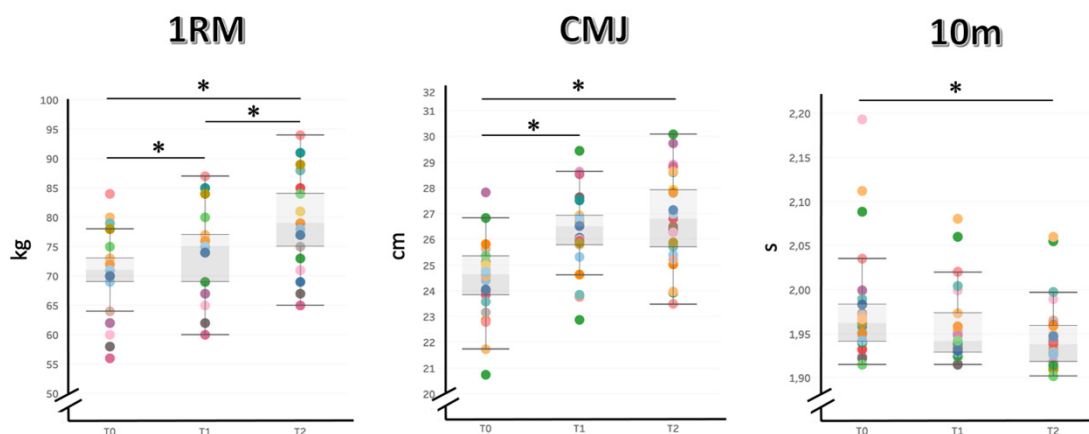


Figura 2. Comparación del rendimiento en 1RM (repetición máxima), CMJ (salto con contramovimiento) y, 10m (aceleración lineal de 10 m) entre los diferentes momentos de medición (T0, T1 y T2)

*Diferencias significativas ($p < .05$). Los diagramas de caja se muestran con medianas, primer y tercer cuantiles, y valores atípicos.

Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de la inclusión del entrenamiento de DS en la fuerza máxima dinámica de la extremidad inferior, la capacidad de aceleración y la capacidad de salto en jugadoras amateur de baloncesto. Los resultados muestran que tanto el entrenamiento tradicional como el entrenamiento de DS tuvieron un efecto significativo en el rendimiento en 1RM en media sentadilla. Sin embargo, los efectos de ambos programas de entrenamiento en el rendimiento en 1RM fueron similares. Tampoco se apreciaron diferencias en el rendimiento en CMJ y 10 m tras realizar el entrenamiento de DS respecto al entrenamiento de fuerza tradicional. De hecho, el entrenamiento de fuerza tradicional tuvo efectos sig-

nificativamente superiores en el rendimiento en CMJ respecto a los obtenidos con el entrenamiento de DS. Estos resultados confirman la hipótesis inicial, puesto que, aunque el rendimiento en la prueba CMJ estuvo influenciado significativamente por el programa de entrenamiento ($p = .001$; $\eta^2 = .376$), la inclusión del entrenamiento de DS no ha aumentado de forma estadísticamente significativa la magnitud de los efectos neuromusculares que produce un entrenamiento de fuerza tradicional en CMJ y 10 m, pero sí ha demostrado que puede mantener los efectos logrados con este último.

En el presente estudio, 1RM aumentó significativamente tras completar ambos programas de entrenamiento, aunque la magnitud de los cambios al completar ambos pro-

gramas de entrenamiento de fuerza fue similar, pues no se encontró interacción Tiempo*Programa ($p = .843$; $\eta^2 = .001$). Estos resultados apoyan los previamente publicados que indican que el entrenamiento con DS no tiene efectos superiores respecto al entrenamiento tradicional en el incremento de fuerza. En esta línea, Fink et al. (2018) demostraron que un programa de entrenamiento de DS durante seis semanas generó mayor hipertrofia en comparación a un programa de entrenamiento convencional de fuerza, aunque la magnitud de la ganancia de fuerza fue superior tras el entrenamiento convencional que tras el programa de entrenamiento de DS (convencional: $25.2 \pm 17.5\%$, $ES = 1.34$; DS: $16.1 \pm 12.1\%$, $ES = 0.88$). Esto implica que, aunque la hipertrofia sea uno de los factores que explican el aumento de la fuerza muscular (Folland & Williams, 2007), una mayor hipertrofia no garantiza ganancias de fuerza superiores (Fink et al., 2018; González-Badillo et al., 2022). Además, no hay evidencias suficientes que muestren una mayor hipertrofia al realizar entrenamientos de fuerza próximos al fallo muscular respecto a entrenamientos de fuerza realizados sin alcanzar el fallo muscular (Refalo et al., 2023). Por ello, en base a los resultados del presente estudio, y de acuerdo con las investigaciones anteriores, no parece aconsejable aplicar el entrenamiento de DS para mejorar la 1RM de jugadoras amateur de baloncesto, en tanto que se pueden obtener los mismos resultados con un entrenamiento de fuerza tradicional y menor volumen (es decir, menor número de series y repeticiones que con DS).

El baloncesto se caracteriza por la realización de diferentes movimientos verticales, tales como tiros en suspensión, mates, rebotes, y taponés (Gottlieb et al., 2014; Meckel & Gottlieb, 2009; Meckel et al., 2009). Por ello, las jugadoras de baloncesto necesitan aplicar la fuerza lo más rápidamente posible para producir movimientos verticales efectivos que faciliten la obtención de un adecuado rendimiento (Delextrat & Cohen, 2008). Los resultados del presente estudio muestran que el rendimiento en CMJ mejoró significativamente tras el entrenamiento de fuerza tradicional, el cual tuvo efectos significativamente superiores respecto a los obtenidos con el entrenamiento de DS. Además, fue la única prueba en la que pudimos demostrar que el rendimiento estuvo influenciado significativamente por el programa de entrenamiento ($p = .001$; $\eta^2 = .376$). Estudios previos sugieren que el potencial de transferencia del entrenamiento con ejercicios de fuerza a las acciones deportivas de alta intensidad no sólo está determinado por la carga relativa utilizada (% 1RM), sino que está influido por el grado de fatiga experimentado durante las series, el cual se asocia a la pérdida de velocidad de ejecución de cada serie (Rodríguez-Rosell et al., 2020). En este sentido, se ha demostrado que el entrenamiento de sentadilla con cargas de 70 - 85% 1RM es menos efectivo a la hora de inducir mejoras en el rendimiento en CMJ cuando se alcanza una pérdida de velocidad del 40 - 45% en comparación al 10 - 20% (Pareja-Blanco et al., 2017; Rodríguez-Rosell et al., 2020). Teniendo en cuenta que alcanzar una pérdida

de velocidad del 40 - 45% en el ejercicio de sentadilla implica una proximidad al fallo muscular (Rodríguez-Rosell et al., 2020), y que el entrenamiento de DS se basa en realizar repeticiones adicionales hasta un nuevo fallo muscular (Angleri et al., 2020; Krzysztofik et al., 2019), parece que la fatiga acumulada durante el entrenamiento de DS resulta en adaptaciones no deseadas o interferencias negativas en el rendimiento en acciones de alta intensidad como los saltos.

El baloncesto también se caracteriza por la realización de aceleraciones y cambios de dirección (Gottlieb et al., 2014). De hecho, estas aceleraciones y cambios de dirección que realizan los jugadores de baloncesto se basan en movimientos horizontales (Meckel & Gottlieb, 2009; Meckel et al., 2009), por lo que un buen rendimiento en este deporte está determinado, en parte, por la capacidad realizar aceleraciones en el plano horizontal (Delextrat & Cohen, 2008). Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que el trabajo de fuerza mejora la capacidad de aceleración en 10 m, un hallazgo que ya ha sido demostrado anteriormente (Young et al., 2001). Sin embargo, no se apreciaron diferencias en el rendimiento en 10 m tras realizar el entrenamiento de DS respecto al entrenamiento de fuerza tradicional. Al igual que en el rendimiento en CMJ, los resultados obtenidos en la capacidad de aceleración en 10 m pueden estar influenciados por el porcentaje de 1RM pero, también, por la fatiga experimentada durante las series de ambos programas de entrenamiento (es decir, pérdida de velocidad de ejecución), la cual se asocia al número de repeticiones. En este sentido, Rodríguez-Rosell et al. (2020) mostraron que un entrenamiento de fuerza realizado hasta disminuir un 10% la velocidad de ejecución de cada serie implica realizar menos de la mitad de las repeticiones que un entrenamiento realizado hasta la disminución del 30 % de velocidad de ejecución y un mayor incremento en el rendimiento de sprint en 20 m (-1.5% vs. 0.4%). Teniendo en cuenta que el entrenamiento de DS aumenta el tiempo en el que el músculo está sometido a tensión y la densidad de entrenamiento (Coleman et al., 2022; Schoenfeld & Grgic, 2018), no parece aconsejable aplicar el entrenamiento de DS cuando se pretende que jugadoras amateur de baloncesto mejoren la capacidad de aceleración en el plano horizontal, en tanto que se pueden obtener los mismos resultados con un entrenamiento de fuerza tradicional y menor volumen (es decir, menor número de series y repeticiones que con DS).

A pesar de los hallazgos obtenidos para mundo del entrenamiento en el baloncesto, esta investigación también tiene ciertas limitaciones. En primer lugar, el valor de 1RM puede cambiar durante el proceso de entrenamiento (González-Badillo et al., 2022), por lo que la carga de entrenamiento aplicada diariamente en este estudio pudo diferir del esfuerzo programado o pretendido. Además, la tendencia actual es determinar la 1RM a partir de la velocidad de ejecución de la primera repetición ejecutada a la máxima velocidad posible (González-Badillo et al., 2022), pero en el presente estudio 1RM no se pudo evaluar de esta manera.

Por ello, sería interesante replicar este estudio utilizando la velocidad de ejecución para monitorizar el entrenamiento de fuerza y la evaluación del valor de 1RM. En segundo lugar, aunque se consideró la carga de minutos durante las sesiones de entrenamiento y el diseño de las tareas era similar en ambos equipos, no se monitorizó la respuesta individual al esfuerzo, como pudiese haber sido mediante una escala de esfuerzo percibida (RPE). Por último, los resultados pueden estar condicionados por las características de la muestra y no ser extensibles a otras deportistas de características diferentes. Por ello, sería conveniente replicar este estudio en jugadores masculinos de baloncesto de similar nivel competitivo (amateur) y en jugadores masculinos y femeninos de mayor nivel (profesionales, élite). Una nueva investigación asociada que podría ser interesante consistiría en plantear en primer lugar el entrenamiento DS durante unas semanas y, posteriormente, aplicar el entrenamiento tradicional durante otro periodo. Por último, es preciso tener en cuenta que el diseño de este estudio fue cuasiexperimental, por lo que se recomienda replicar el estudio utilizando una muestra de mayor tamaño y con un grupo control.

Conclusiones

Los resultados muestran que tanto el entrenamiento tradicional como el entrenamiento de DS tuvieron un efecto significativo en el rendimiento en 1RM. Sin embargo, los efectos de ambos programas de entrenamiento en el rendimiento en 1RM fueron similares. Aunque el rendimiento en la prueba CMJ estuvo influenciado significativamente por el programa de entrenamiento, tampoco se apreciaron diferencias en el rendimiento en 10 m tras realizar el entrenamiento de DS respecto al entrenamiento de fuerza tradicional. De hecho, el entrenamiento de fuerza tradicional tuvo efectos significativamente superiores en el rendimiento en CMJ respecto a los obtenidos con el entrenamiento de DS. Estos resultados sugieren que, a pesar de una supuesta poca eficacia del entrenamiento con DS respecto al entrenamiento de fuerza tradicional a la hora de mejorar el rendimiento en acciones de salto y aceleración en jugadoras amateur de baloncesto, ambos entrenamientos pueden ser complementarios dentro de una planificación de 14 semanas en periodo competitivo al mantenerse los efectos producidos.

Referencias

Alsasua, R., Arana, J., Lapresa Ajamil, D., & Anguera, M. T. (2022). Analysis of efficiency in under-16 basketball: A log-linear analysis in a systematic observation study (Análisis de la eficacia en baloncesto U16: aplicación del log-linear en metodología observacional). *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 17(51). <https://doi.org/10.12800/ccd.v17i51.1736>

Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater

strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European Journal of Applied Physiology*, 117(2), 359–369. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3529-1>

Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European Journal of Applied Physiology*, 117(2), 359–369. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3529-1>

Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217–238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>

Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69–75. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032318>

Brown, L. E. (2007). *Strength training*. Human Kinetics.

Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Ben Abdelkrim, N., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1570–1577. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a4e7f0>

Coleman, M., Harrison, K., Arias, R., Johnson, E., Grgic, J., Orazem, J., & Schoenfeld, B. (2022). Muscular adaptations in drop set vs. traditional training: A meta-analysis. *International Journal of Strength and Conditioning*, 2(1). <https://doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.135>

Conchola, E. C., Thiele, R. M., Palmer, T. B., Smith, D. B., & Thompson, B. J. (2015). Acute postexercise time course responses of hypertrophic vs. power-endurance squat exercise protocols on maximal and rapid torque of the knee extensors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1285–1294. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000692>

Delextrat, A., & Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1066–1072. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181739d9b>

Drinkwater, E. J., Lawton, T. W., McKenna, M. J., Lindsell, R. P., Hunt, P. H., & Pyne, D. B. (2007). Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 841–847. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200708000-00032>

- Enes, A., Alves, R. C., Schoenfeld, B. J., Oneda, G., Perin, S. C., Trindade, T. B., Prestes, J., & Souza-Junior, T. P. (2021). Rest-pause and drop-set training elicit similar strength and hypertrophy adaptations compared with traditional sets in resistance-trained males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 46(11), 1417–1424. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0278>
- Fink, J., Schoenfeld, B. J., Kikuchi, N., & Nakazato, K. (2018). Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(5), 597–605. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.06838-4>
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145–68. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737020-00004>
- 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*, 8(1), 118. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00513-z>
- Gottlieb, R., Eliakim, A., Shalom, A., Dello-Iacono, A., & Meckel, Y. (2014). Improving anaerobic fitness in young basketball players: Plyometric vs. specific sprint training. *Journal of Athletic Enhancement*, 3(3). <https://doi.org/10.4172/2324-9080.1000148>
- Goto, K., Nagasawa, M., Yanagisawa, O., Kizuka, T., Ishii, N., & Takamatsu, K. (2004). Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 730–737. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200411000-00008>
- Izquierdo, J. M., Pedauga, L. E., Pardo, A., & Redondo, J. C. (2021). Marginal contribution of game statistics to probability of playing playoff at elite basketball leagues. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 16(49), 433-442. <https://doi.org/10.12800/ccd.v16i49.1586>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674–688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Wojdała, G., & Gołaś, A. (2019). Maximizing muscle hypertrophy: a systematic review of advanced resistance training techniques and methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 4897. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244897>
- Mackey, C. S., Thiele, R. M., Schnaiter-Brasche, J., Smith, D. B., & Conchola, E. C. (2020). Effects of power-endurance and controlled heavy squat protocols on vertical jump performance in females. *International Journal of Exercise Science*, 13(4), 1072. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7449342/>
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Antúnez, A., & Ibáñez, S. J. (2020). Physical and physiological profiles of aerobic and anaerobic capacities in young basketball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1409. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041409>
- Meckel, Y., Gottlieb, R., & Eliakim, A. (2009). Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 273–279. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1120-8>
- Meckel, Y., Machnai, O., & Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 163–169. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818b9651>
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75–86. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.1.75>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12678>
- Raeder, C., Wiewelhove, T., Westphal-Martinez, M. P., Fernandez-Fernandez, J., de Paula Simola, R. A., Kellmann, M., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2016). Neuromuscular fatigue and physiological responses after five dynamic squat exercise protocols. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 953–965. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001181>
- Refalo, M. C., Helms, E. R., Trexler, E. T., Hamilton, D. L., & Fyfe, J. J. (2023). Influence of Resistance Training Proximity-to-Failure on Skeletal Muscle Hypertrophy: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(3), 649–665. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01784-y>
- 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*, 45(8), 817-828. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0829>
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., & Alto, A. (2019). Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 94-103. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001764>
- Schoenfeld, B. J., & Grgic, J. (2018). Can drop set training enhance muscle growth? *Strength and Conditioning Journal*, 40(6), 95-98. <http://dx.doi.org/10.1519/SSC.0000000000000366>
- Thiele, R. M., Conchola, E. C., Palmer, T. B., DeFreitas, J. M., & Thompson, B. J. (2015). The effects of a high-intensity free-weight back-squat exercise protocol on postural stability in resistance-trained males. *Journal of Sports Sciences*, 33(2), 211-218. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.934709>
- Warr, D. M., Pablos, C., Sanchez-Alarcos, J. V., Torres, V., Izquierdo, J. M., & Redondo, J. C. (2020). Reliability of measurements during countermovement jump assessments: Analysis of performance across subphases. *Cogent Social Sciences*, 6(1), 1843835. <https://doi.org/10.1080/23311886.2020.1843835>
- Young, W., Benton, D., & John Pryor, M. (2001). Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. *Strength & Conditioning Journal*, 23(2), 7. <https://doi.org/10.1519/00126548-200104000-00001>