

Rendimiento en el Deporte

Suplementación con creatina y entrenamiento de fuerza en mujeres jóvenes: una revisión sistemática

Creatine supplementation and strength training in young women: a systematic review

Rodríguez Martínez, M.J.¹, Fernández Elías, V.E.²

¹Universidad Europea de Madrid. Department of Sports Sciences. Faculty of Medicine, Health and Sports.

²Research Centre in Sport Sciences, Rey Juan Carlos University, Fuenlabrada, Spain

Dirección de contacto: valentin.fernandez@urjc.es

Valentín Emilio Fernández Elías

Fecha de recepción: 06 de noviembre de 2024

Fecha de aceptación: 10 de diciembre de 2024

ORCID:

MJ Rodríguez Martínez 0009-0005-2279-1258

VE Fernández Elías 0000-0002-1459-5442

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo analizar los efectos de la suplementación con creatina combinada con entrenamiento de fuerza en la composición corporal y la fuerza muscular de mujeres jóvenes, una población menos investigada en comparación con los hombres. Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA, comenzando con 195 estudios, de los cuales solo seis cumplieron con los criterios de inclusión rigurosos, enfocándose en ensayos controlados aleatorizados que investigaron estos efectos en mujeres de 18 a 30 años. Los resultados mostraron que la suplementación con creatina puede aumentar la masa libre de grasa y mejorar la fuerza muscular en ciertos ejercicios, aunque no se observaron cambios significativos en la masa corporal total ni en el porcentaje de grasa corporal. Además, la creatina parece beneficiar la capacidad de ejercicio intermitente, especialmente en actividades de alta intensidad y breves. Sin embargo, la respuesta a la creatina varía entre individuos. Se concluye que, aunque la creatina puede tener beneficios específicos en la composición corporal y la fuerza muscular, es necesario realizar estudios adicionales para determinar las dosis óptimas y los efectos a largo plazo en esta población. creatina, suplementación deportiva, fuerza muscular, análisis corporal, masa libre de grasa, mujeres jóvenes.

Palabras Clave: creatina, suplementación deportiva, fuerza muscular, análisis corporal, masa libre de grasa, mujeres jóvenes.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effects of creatine supplementation combined with strength training on body composition and muscle strength in young women, a less researched population compared to men. A systematic review was conducted following PRISMA guidelines, starting with 195 studies, of which only six met the rigorous inclusion criteria, focusing on randomized controlled trials that investigated these effects in women aged 18 to 30. The results showed that creatine supplementation may increase lean body mass and improve muscle strength in certain exercises, although no significant changes were observed in total body mass or body fat percentage. Additionally, creatine appears to benefit intermittent exercise capacity, particularly in high-intensity, short-duration activities. However, the response to creatine varies among individuals. It is concluded that while creatine may have specific benefits for body composition and muscle strength, further studies are needed to determine optimal doses and long-term effects in this population.

Keywords: creatine, sports supplementation, muscle strength, body analysis, lean body mass, young women.

INTRODUCCIÓN

La suplementación con creatina y el entrenamiento de fuerza han sido objeto de numerosos estudios en el ámbito de la actividad física y la nutrición deportiva, destacando sus beneficios en la mejora de la fuerza muscular, el rendimiento y la salud ósea, e incluso su potencial en el tratamiento de enfermedades como el cáncer (Burke et al., 2023; Chilibeck et al., 2023; Coletta et al., 2024; Dempsey et al., 2002; Rawson & Volek, 2003). No obstante, persisten áreas que requieren mayor atención, particularmente en lo que respecta a sus efectos en mujeres jóvenes.

En las últimas décadas ha aumentado el interés por comprender cómo la creatina y el entrenamiento de fuerza influyen en la composición corporal y la fuerza (Candow et al., 2015; Volek et al., 2004). Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en hombres, destacando la necesidad de investigar estos efectos en mujeres (Ferguson & Syrotuik, 2006). Abordar esta brecha es esencial para comprender los beneficios potenciales en mujeres de todas las edades (Smith-Ryan et al., 2021). Especialmente se requiere más investigación en mujeres jóvenes de entre 18 y 30 años para evaluar cómo estas intervenciones pueden influir en su composición corporal y salud a largo plazo (Wilborn et al., 2016).

El entrenamiento de fuerza ha demostrado ser fundamental para el desarrollo y el mantenimiento de la salud musculoesquelética en mujeres jóvenes. Estudios como los de Cullinen y Caldwell (1998) y Grandperrin et al. (2024) demuestran que este tipo de entrenamiento mejora la composición muscular, lo que impacta positivamente en su salud a largo plazo. Además, se ha asociado con aumentos en la densidad mineral ósea, la resistencia muscular y la salud cardiovascular en mujeres de 18 a 40 años (Grandperrin et al., 2024; Fliss et al., 2022; Mosti et al., 2014).

La creatina, un compuesto nitrogenado presente de forma natural en el cuerpo y obtenido a través de la dieta, ha sido ampliamente investigada por sus beneficios en el rendimiento físico, la fuerza y la masa magra (Buford et al., 2007; Kreider et al., 2017). Además, desempeña un papel clave en la regulación del metabolismo energético muscular, especialmente en la resíntesis de fosfocreatina (PCr) tras el ejercicio intenso (Greenhaff et al., 1994).

A pesar de los avances, aún existen dudas sobre los efectos de la suplementación con creatina en mujeres. Brosnan y Brosnan (2007) señalan que las mujeres tienen reservas de creatina menores que los hombres y consumen menos creatina en la dieta, lo que podría influir en su respuesta a la suplementación y requerir dosis más altas para obtener resultados similares. Además, se ha observado que las mujeres tienden a tener niveles intramusculares de creatina más altos que los hombres (Forsberg et al., 1991), lo que resalta la importancia de investigar el impacto de la creatina en mujeres jóvenes que entrenan con fuerza.

La investigación sobre el impacto de la suplementación con creatina y el entrenamiento de fuerza en mujeres jóvenes requiere una mayor atención, especialmente debido a las diferencias fisiológicas entre sexos en la respuesta al ejercicio y la composición corporal (Nindl et al., 2000). Las mujeres, en comparación con los hombres, tienden a tener menos masa muscular y más tejido adiposo, lo que podría afectar su respuesta tanto a la creatina como al entrenamiento de fuerza (Abe et al., 2003). Además, las hormonas sexuales femeninas, como el estrógeno y la progesterona, también podrían influir en la adaptación muscular de las mujeres al entrenamiento de fuerza (Alexander et al., 2021).

Esta revisión sistemática sintetiza los hallazgos sobre los efectos de la creatina y el entrenamiento de fuerza en mujeres jóvenes, abordando la actual brecha de conocimiento. Al revisar la literatura, se busca informar a la comunidad científica

sobre el estado actual del conocimiento y señalar áreas que requieren más investigación. Así, el objetivo de esta revisión es analizar cómo la suplementación con creatina combinada con el entrenamiento de fuerza influye en la composición corporal y la fuerza en mujeres jóvenes, con el fin de guiar futuras investigaciones y prácticas en este campo.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática sobre los efectos de la suplementación con creatina y el entrenamiento de fuerza en mujeres jóvenes utilizando el procedimiento PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2010).

La búsqueda se llevó a cabo en PubMed, Scopus, Web of Science y SPORTDiscus, utilizando la ecuación: («Creatine» OR «Creatine Supplement») AND («Body Composition» OR «Total Body Composition» OR «Body Fat Percentage» OR «Muscle Mass» OR «Fat-Free Mass») AND («Women» OR «Adult Women» OR «Young Women») AND («Strength Training» OR «Resistance Training» OR «Strength Exercise» OR «Resistance Exercise»).

Se incluyeron ensayos controlados aleatorizados con mujeres jóvenes que analizaran intervenciones combinando creatina y entrenamiento de fuerza, comparando grupos con y sin suplementación, y reportando resultados sobre cambios en la composición corporal y la fuerza. Se excluyeron estudios con mujeres embarazadas, usuarias de contraceptivos orales, estudios no experimentales o aquellos que no reportaran resultados específicos sobre la composición corporal y la fuerza.

La calidad metodológica de los estudios seleccionados se evaluó utilizando la herramienta Cochrane de evaluación de riesgo de sesgo (Cochrane RoB), permitiendo una valoración integral de la fiabilidad y calidad de los estudios. De cada artículo, se recopiló información clave: autores, año, objetivo, muestra, intervención, pruebas realizadas y resultados.

RESULTADOS

La selección de estudios siguió el procedimiento PRISMA (Moher et al., 2010). De 195 registros iniciales, se eliminaron 83 duplicados. Se cribaron 114 por título y resumen, excluyendo 75. De los 39 artículos restantes, 3 no pudieron recuperarse, y de los 36 evaluados, 30 fueron descartados. Finalmente, se incluyeron 6 estudios.

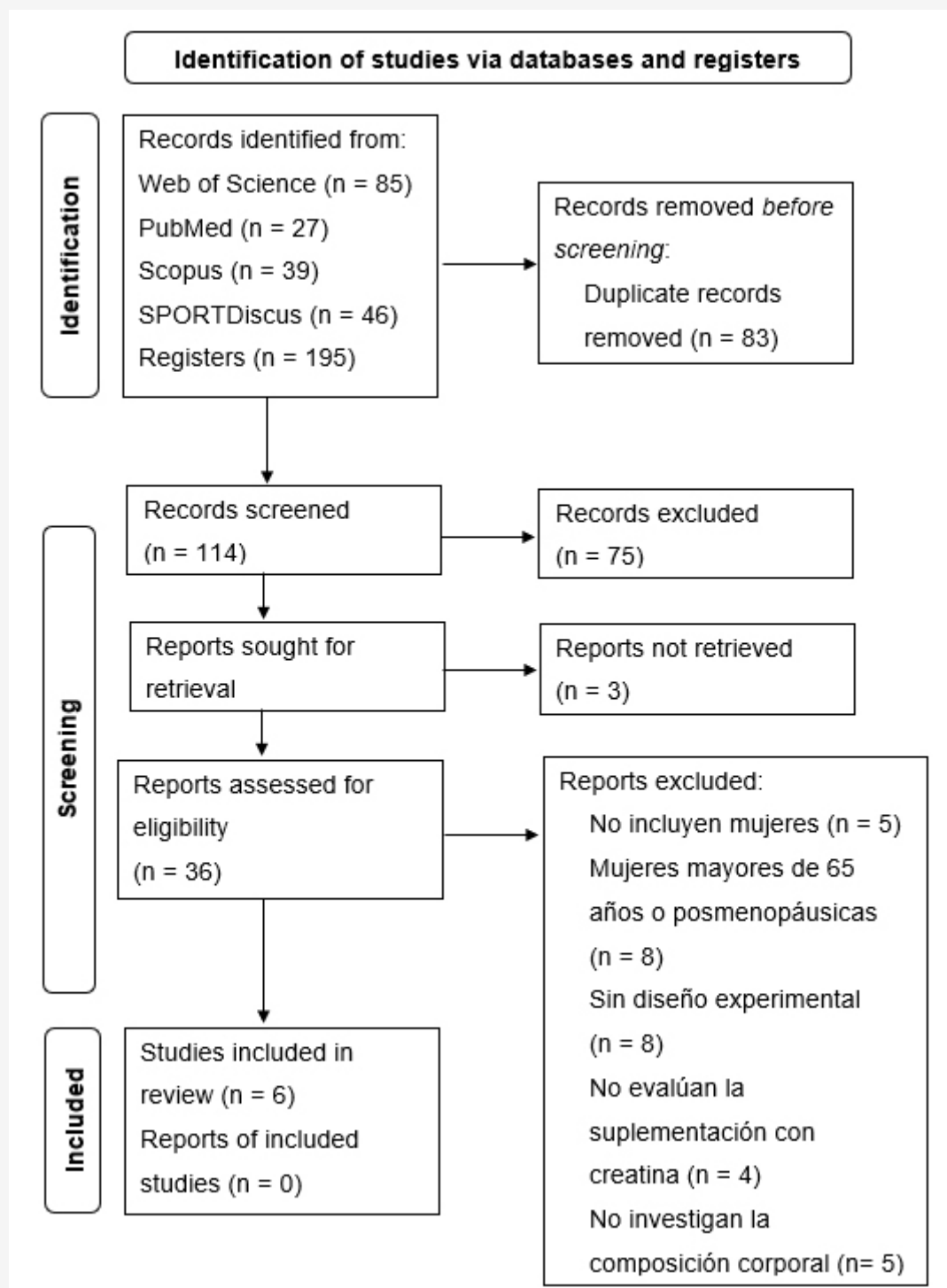


Figura 1. Diagrama PRISMA de selección de estudios (Moher et al., 2010).

Análisis de las características de los estudios

Se analizaron seis artículos que cumplieron con los criterios de inclusión. A continuación, se presenta una tabla con los detalles clave de cada estudio.

Tabla 1. Resumen de la extracción de datos de los estudios incluidos en la revisión					
Autor/año	Objetivo	Muestra	Intervención	Test	Resultados
Brenner et al. (2000)	Examinar los efectos de la suplementación con creatina en el rendimiento muscular y la composición corporal de mujeres atletas.	16 jugadoras de lacrosse de la División 1 de la NCAA Grupo 1 (G1) (18,1 ± 1,7 años, 163,9 ± 0,8 cm altura, 60,6 ± 2,6 kg peso corporal). Grupo 2 (G2) (19,5 ± 1,9 años, 166,2 ± 0,7 cm altura, 61,1 ± 2,3 kg peso corporal).	5 semanas de entrenamiento de fuerza; 3 días/semana; Grupo 1 (G1) 20 g/día de creatina monohidratada durante 7 días, seguido de 2 g/día durante 4 semanas, Grupo 2 (G2) placebo.	Composición corporal con hidrodensitometría y con pliegues cutáneos, fuerza mediante test de 1RM en extensión de pierna y press banca, resistencia muscular y fatiga muscular con prueba de extensión unilateral de rodilla a 180°.	El porcentaje de grasa corporal disminuyó más en G1 que en G2 según mediciones de pliegues cutáneos, sin diferencias por hidrodensitometría. La masa libre de grasa y la fuerza de extensión aumentaron de forma similar en ambos grupos. G1 tuvo un mayor aumento en el press banca 1RM. No hubo diferencias significativas en el trabajo total o la fatiga entre los grupos.
Cornish et al. (2009)	Investigar el impacto de la combinación de ácido linoleico conjugado (CLA), creatina y proteína de suero en personas que realizan entrenamiento de fuerza.	17 mujeres entrenadas en fuerza (18-30 años) (22.5 ± 2.5 años, >12 meses de entrenamiento).	5 semanas de entrenamiento de fuerza; 5 días/semana; Grupo 1 (G1) 6 g/día CLA, 9 g/día creatina, 36 g/día proteína; Grupo 2 (G2) 9 g/día creatina, 36 g/día proteína, 6 g/día placebo; Grupo 3 (G3) 45 g/día proteína, 6 g/día placebo.	Composición corporal mediante pletismografía por desplazamiento de aire; fuerza con test de 1RM en prensa de pierna y press banca.	La masa corporal y la masa magra total aumentaron significativamente en todos los grupos, sin variaciones en la masa grasa. G1 mostró incrementos mayores en masa magra, fuerza en press de banca y prensa de pierna en comparación con G2 y G3 combinados.
Ferguson y Syrotiuik (2006)	Evaluar el impacto de 10 semanas de suplementación con creatina monohidrato y entrenamiento de fuerza en la composición corporal y la fuerza de mujeres entrenadas.	26 mujeres entrenadas en fuerza (24.6 ± 3.4 años, 164.1 ± 4.4 cm altura, 65.4 ± 11.0 kg peso corporal, >12 meses de entrenamiento).	10 semanas de entrenamiento de fuerza; 4 días/semana; Grupo 1 (G1) 0,3 g/kg creatina durante los primeros 7 días, luego 0,03 g/kg durante 9 semanas, Grupo 2 (G2) recibió un placebo.	Composición corporal con DEXA, fuerza mediante test de 1RM en prensa de pierna y press banca, resistencia a la fatiga a través de un protocolo de 5 series de múltiples repeticiones hasta el agotamiento al 70% de 1RM en press banca y prensa de pierna hasta el fallo muscular, volumen de entrenamiento (repeticiones x carga x series).	No hubo cambios significativos en la masa corporal entre grupos. La masa magra del tronco aumentó en ambos y la de brazos y piernas se mantuvo estable. El porcentaje de grasa corporal disminuyó en ambos grupos, pero sin cambios en gramos de grasa. Se observaron mejoras en press de banca y prensa de pierna, sin diferencias entre grupos. Aumento en las repeticiones en press de banca, pero no en prensa de pierna, sin diferencias entre grupos. No hubo cambios en el volumen de entrenamiento.
Larson-Meyer et al. (2000)	Examinar cómo la suplementación con creatina afecta la fuerza muscular y la composición corporal durante un período de 13 semanas de entrenamiento en jugadoras de fútbol universitarias.	14 jugadoras de fútbol universitario Grupo 1 (G1) (19,3 ± 1,4 años, 164,9 ± 2,4 cm altura, 61,9 ± 5,3 kg peso corporal, 25,1 ± 6,1% grasa corporal). Grupo 2 (G2) (19,0 ± 1,5 años, 166,3 ± 3,4 cm altura, 63,6 ± 9,0 kg peso corporal, 25,8 ± 3,5% grasa corporal).	13 semanas de entrenamiento fuera de temporada: entrenamiento de fuerza (3-2 días/semana) y entrenamiento específico de fútbol (3días/semana); Grupo 1 (G1) 7,5 g de creatina dos veces al día durante 1 semana, seguido de 5 g/día; Grupo 2 (G2) placebo.	Composición corporal con DEXA. Fuerza con pruebas de 1 RM en press de banca y sentadilla. Potencia muscular mediante prueba de salto vertical.	No hubo diferencias significativas en la masa magra entre los grupos, aunque G1 mostró una ligera tendencia a un mayor aumento. G1 también experimentó incrementos más significativos en la fuerza máxima para el press de banca y la sentadilla en comparación con G2. Ambos grupos mejoraron en el salto vertical, sin diferencias notables entre ellos.
Vandenberghc et al. (1997)	Evaluar si la suplementación prolongada con creatina es beneficiosa para el rendimiento muscular en el entrenamiento de fuerza.	19 mujeres jóvenes, sedentarias, no vegetarianas (19-22 años).	10 semanas de entrenamiento de fuerza; 3 días/semana; Grupo 1 (G1) 20 g/día creatina (5 g, 4 veces al día) durante 4 días y 5 g/día creatina (2,5 g, 2 veces al día) durante 20 semanas de entrenamiento y detraining, Grupo 2 (G2) placebo.	Composición corporal con hidrodensitometría, fuerza con 1 RM en prensa de piernas, curl de piernas, extensión de piernas, sentadillas y press de hombros, capacidad de ejercicio intermitente mediante test de flexiones de brazo con dinamómetro isocinético, que mide el torque de flexión del brazo.	La masa libre de grasa en G1 aumentó más que en G2. No hubo diferencias en el porcentaje de grasa corporal entre grupos. La fuerza muscular y el torque de flexión del brazo aumentaron más en G1. Durante las 10 semanas de detraining, G1 mantuvo niveles superiores de fuerza y masa libre de grasa comparado con G2.
Wilborn et al. (2016)	Examinar los efectos de la suplementación de proteína de suero y con creatina en la composición corporal y rendimiento en mujeres entrenadas en fuerza.	17 mujeres entrenadas en fuerza (21 ± 3 años, 64,7 ± 8,2 kg peso corporal, 23,5 kg/m² IMC, 26,6 ± 4,8% grasa corporal, >6 meses de entrenamiento).	8 semanas de entrenamiento de fuerza; 4 días/semana; Grupo 1 (G1) 24 g proteína; Grupo 2 (G2) 24 g proteína + 5 g creatina monohidratada.	Composición corporal con DEXA; fuerza con test de 1RM (repetición máxima) en prensa de pierna y press banca; potencia anaeróbica (Wingate) y potencia explosiva (salto amplio y salto vertical).	La masa corporal, la masa magra total y de piernas aumentaron significativamente en ambos grupos, sin cambios en la masa grasa ni en la masa magra de brazos. La fuerza y el rendimiento en press banca, prensa de pierna, salto vertical, salto de longitud y test de Wingate mejoraron en ambos grupos, sin diferencias entre ellos.

Evaluación del riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de sesgo en los seis estudios muestra que la mayoría presenta un bajo riesgo en las categorías de selección, realización, detección y notificación. Sin embargo, tres estudios mostraron un riesgo moderado de sesgo de

desgaste por la falta de información detallada sobre el manejo de datos incompletos (Cornish et al. 2009; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997). Además, cinco estudios presentaron un riesgo moderado de otros sesgos debido al tamaño reducido de las muestras (Ferguson & Syrotaik, 2006; Cornish et al. 2009; Vandenberghe et al., 1997; Brenner et al., 2000; Larson-Meyer et al., 2000). Un estudio enfrentó un alto riesgo en otros sesgos por su pequeña muestra y la ausencia de un grupo placebo, afectando su validez interna (Wilborn et al., 2016).

Wilborn et al. (2016)	Cornish et al. (2009)	Ferguson y Syrotaik (2006)	Vandenberghe et al. (1997)	Brenner et al. (2000)	Larson-Meyer et al. (2000)	
+	+	+	+	+	+	Generación de secuencia aleatoria (sesgo de selección)
+	+	+	+	+	+	Ocultación de la asignación (sesgo de selección)
+	+	+	+	+	+	Enmascaramiento de los participantes y el personal (sesgo de realización)
+	+	+	+	+	+	Enmascaramiento de la evaluación del resultado (sesgo de detección)
+	?	+	?	+	?	Datos de resultados incompletos (sesgo de desgaste)
+	+	+	+	+	+	Notificación selectiva (sesgo de notificación)
-	?	?	?	?	?	Otros sesgos

Figura 2. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios seleccionados (Cochrane ROB).

Características del estudio

Todos los estudios revisados emplearon un diseño aleatorizado, controlado y doble ciego (Brenner et al., 2000; Cornish et al., 2009; Ferguson & Syrotaik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997; Wilborn et al., 2016). Cuatro

estudios asignaron aleatoriamente a los participantes a grupos placebo o experimental (Brenner et al., 2000; Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997). Cornish et al. (2009) dividieron a los participantes en dos grupos experimentales y uno control, mientras que Wilborn et al. (2016) distribuyeron a los participantes entre un grupo con proteína y otro con proteína más creatina.

Participantes

Se incluyeron 126 participantes de entre 18 y 30 años: 77 mujeres entrenadas en fuerza, 19 sedentarias, 16 jugadoras de lacrosse universitarias y 14 jugadoras de fútbol universitario (Brenner et al., 2000; Cornish et al. 2009; Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997; Wilborn et al., 2016).

Intervención y dosis de creatina

En esta revisión, cuatro estudios compararon un grupo placebo con uno experimental, ambos realizando entrenamiento de fuerza (Brenner et al., 2000; Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997).

Ferguson y Syrotuik (2006) realizaron una intervención de 10 semanas con 4 sesiones semanales, donde el grupo experimental recibió creatina (0,3 g/kg por 7 días como carga y 0,03 g/kg por 9 semanas como mantenimiento), mientras el grupo control recibió placebo.

Vandenberghe et al. (1997) implementaron un programa de 10 semanas con 3 sesiones semanales. El grupo experimental tomó creatina (20 g/día por 4 días de carga, seguido de 5 g/día por 10 semanas de mantenimiento y 10 semanas detraining), mientras que el grupo control recibió maltodextrina como placebo.

Brenner et al. (2000) realizaron un programa de 5 semanas con 3 sesiones semanales. El grupo experimental tomó creatina (20 g/día por una semana de carga, seguido de 2 g/día durante cuatro semanas de mantenimiento). El grupo control recibió placebo de maltodextrina.

Larson-Meyer et al. (2000) realizaron un programa de 13 semanas combinando entrenamiento de fuerza (2-3 sesiones semanales) y específico de fútbol (3 sesiones semanales). El grupo experimental consumió 7,5 g de creatina dos veces al día durante la fase de carga y 5 g/día durante la fase de mantenimiento.

Por otro lado, Cornish et al. (2009) compararon dos grupos experimentales y un grupo control durante un programa de fuerza de 5 días semanales por 5 semanas. Un grupo experimental recibió 6 g/día de CLA, 9 g/día de creatina y 36 g/día de proteína de suero, el otro recibió 9 g/día de creatina y 36 g/día de proteína de suero con 6 g/día de aceite de girasol como placebo. El grupo control solo recibió 45 g/día de proteína de suero y 6 g/día de aceite de girasol como placebo.

Wilborn et al. (2016), sin grupo placebo, compararon un grupo que consumió 24 g/día de proteína con otro que agregó 5 g/día de creatina a la misma dosis de proteína, ambos realizando entrenamiento de fuerza 4 días semanales por 8 semanas.

Composición corporal

Seis estudios revisados analizaron la composición corporal utilizando diferentes herramientas y midiendo distintas variables (Brenner et al., 2000; Cornish et al. 2009; Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997; Wilborn et al., 2016).

Tres estudios emplearon la absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) para evaluar la masa magra y grasa corporal total, la masa magra total en la pierna y el tronco, y el porcentaje de grasa corporal (Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Wilborn et al., 2016). Dos estudios utilizaron la hidrodensitometría para medir la masa libre de grasa y el porcentaje de grasa corporal, y uno de ellos también empleó la técnica de pliegues cutáneos (Brenner et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997). Finalmente, Cornish et al. (2009) utilizaron la pletismografía por desplazamiento de aire (BOD POD) para medir la masa magra, la masa grasa y el porcentaje de grasa corporal.

Masa corporal total

Tres estudios mostraron un aumento significativo en la masa corporal total sin diferencias significativas entre los grupos (Wilborn et al., 2016; Cornish et al. 2009; Larson-Meyer et al., 2000). En particular, Wilborn et al. (2016) registraron un incremento de +2,1 kg en el grupo de proteína y +1,6 kg en el grupo de proteína más creatina. Larson-Meyer et al. (2000) reportaron un aumento de +2,5 kg en el grupo creatina y +3,6 en el grupo placebo. Cornish et al. (2009) informaron un aumento promedio de +1,3 kg en todos los grupos. En contraste, Ferguson y Syrotuik (2006) no encontraron cambios significativos en la masa corporal total en ninguno de los grupos.

Masa magra corporal

Un estudio encontró un incremento significativo en la masa magra corporal en los grupos suplementados con creatina (Cornish et al. 2009). El grupo que recibió creatina, CLA y proteína mostró un aumento del $2,4\% \pm 2,8\%$ en comparación con el $1,3\% \pm 4,1\%$ observado en los otros dos grupos combinados.

Otros tres estudios reportaron aumentos significativos en la masa magra sin diferencias significativas entre grupos (Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Wilborn et al., 2016). Wilborn et al. (2016) mostraron un aumento de $+2,5$ kg en ambos grupos. Ferguson & Syrotuik (2006) registraron un incremento del $3,5\%$ en el grupo creatina y del $3,7\%$ en el grupo placebo. Larson-Meyer et al. (2000) observaron un aumento de $43,6 \pm 3,3$ kg a $45,2 \pm 3,4$ kg en el grupo creatina y de $45,2 \pm 5,8$ kg a $46,3 \pm 5,4$ kg en el grupo placebo.

Masa libre de grasa

Un estudio encontró que la suplementación con creatina resultó en un aumento significativo de la masa libre de grasa, con incrementos del $4,5\%$ frente al $2,5\%$ a las 5 semanas y del $5,8\%$ frente al $3,7\%$ a las 10 semanas, en comparación con el grupo placebo (Vandenberghe et al., 1997). Este aumento se mantuvo durante 10 semanas de detraining en el grupo que continuó con una dosis baja de creatina.

Otro estudio también reportó un aumento en la masa libre de grasa ($+0,7 \pm 1,2$ kg según los pliegues cutáneos), aunque no se observaron diferencias significativas entre los grupos ni cambios significativos con el pesaje hidrostático (Brenner et al., 2000).

Masa grasa

Cuatro estudios determinaron que no hubo cambios significativos en la masa grasa de los grupos analizados durante la investigación (Cornish et al. 2009; Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Wilborn et al., 2016).

En cuanto a las mediciones de la masa grasa en términos de porcentaje, dos estudios tampoco encontraron cambios significativos (Cornish et al. 2009; Wilborn et al., 2016). Sin embargo, otro estudio observó una tendencia no significativa hacia la disminución de grasa corporal en ambos grupos (Vandenberghe et al., 1997). En un caso, se registró una disminución significativa en ambos grupos, con un descenso del $2,27\%$ en el grupo de creatina y del $4,75\%$ en el grupo placebo, sin diferencias significativas entre ellos (Ferguson & Syrotuik, 2006). Además, un estudio encontró que, al evaluar la masa grasa mediante pliegues cutáneos, la reducción fue mayor en el grupo que consumió creatina ($-1,2 \pm 0,9\%$) en comparación con el placebo ($+0,3 \pm 0,8\%$), aunque el pesaje hidrostático no mostró diferencias significativas (Brenner et al., 2000).

Fuerza muscular

Seis estudios evaluaron la fuerza muscular en mujeres jóvenes mediante pruebas de 1RM en diferentes ejercicios (Brenner et al., 2000; Cornish et al. 2009; Ferguson & Syrotuik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997; Wilborn et al., 2016).

Dos estudios, centrados en press de banca y prensa de pierna, encontraron incrementos significativos en ambos grupos sin diferencias entre ellos (Ferguson & Syrotuik, 2006; Wilborn et al., 2016). Por ejemplo, Wilborn et al. (2016) observaron un aumento de 7 kg en press de banca y 80 kg en prensa de pierna en el grupo con creatina, comparado con 6 kg y 98 kg en el grupo sin creatina. Similarmente, Ferguson y Syrotuik (2006) registraron que el press de banca aumentó de $1,7 \pm 0,3$ a $1,9 \pm 0,3$ en el grupo con creatina y de $1,6 \pm 0,2$ a $1,8 \pm 0,3$ en el grupo placebo, mientras que la prensa de pierna incrementó de $4,6 \pm 1,3$ a $6,6 \pm 1,2$ en el grupo con creatina y de $4,9 \pm 1,3$ a $6,6 \pm 1,2$ en el placebo.

Cornish et al. (2009) encontraron que la combinación de creatina con proteína o con proteína y CLA aumentó significativamente la fuerza en press de banca y prensa de pierna en comparación con solo proteína. El grupo que tomó creatina, proteína y CLA mostró mayores incrementos en la fuerza del press de banca ($16,2\% \pm 11,3\%$ frente a $9,7\% \pm 17,0\%$) y en la prensa de pierna ($13,1\% \pm 9,9\%$ frente a $7,7\% \pm 14,2\%$).

Brenner et al. (2000) registraron un aumento significativo de la fuerza en press de banca en el grupo de creatina ($6,2 \pm 2,0$ kg) frente a placebo ($2,8 \pm 1,8$ kg), mientras que ambos grupos mostraron mejoras similares en la extensión de pierna ($1,4 \pm 4,1$ kg).

Vandenberghe et al. (1997) encontraron que la suplementación con creatina resultó en aumentos significativos en varios ejercicios, con incrementos de fuerza entre un 20 - 25% mayores en el grupo de creatina. Por ejemplo, en prensa de pierna ($110,7 \pm 20$ kg a $157,9 \pm 30$ kg frente a $104,8 \pm 18$ kg a $130,6 \pm 24$ kg) y en press de banca ($21,8 \pm 2$ kg a $30,0 \pm 4$ kg).

frente a $21,3 \pm 3$ kg a $29,9 \pm 4$ kg). Además, la fuerza se mantuvo más alta durante 10 semanas de detraining con bajas dosis de creatina. Larson-Meyer et al. (2000) también reportaron aumentos significativos en el grupo de creatina en ejercicios como el press de banca ($46,1 \pm 3,4$ kg a $54,4 \pm 7,2$ kg) y la sentadilla completa ($78,9 \pm 13,6$ kg a $97,5 \pm 10,0$ kg).

Rendimiento, resistencia y volumen de entrenamiento

Cinco estudios evaluaron el rendimiento y la resistencia muscular (Brenner et al., 2000; Ferguson & Syrotaik, 2006; Vandenberghe et al., 1997; Wilborn et al., 2016).

Wilborn et al. (2016) observaron mejoras significativas en potencia anaeróbica y explosiva en ambos grupos (creatina con proteína vs. solo proteína), evaluadas mediante el test de Wingate, salto amplio y salto vertical. Las mejoras en el grupo creatina fueron +1,7 cm en salto vertical, +13 cm en salto de longitud y +42 W en el test de Wingate, frente a +0,3 cm, +18 cm y +20 W, respectivamente, en el grupo con solo proteína.

Larson-Meyer et al. (2000) también reportaron mejoras en la potencia de salto vertical en ambos grupos, sin diferencias significativas adicionales por la creatina, con resultados de $18,0 \pm 2,2$ cm a $19,5 \pm 1,8$ cm en el grupo creatina y de $19,7 \pm 3,1$ cm a $21,0 \pm 3,3$ cm en el grupo placebo.

Ferguson y Syrotaik (2006) midieron la resistencia a la fatiga a través de repeticiones completadas al 70% de 1RM en press de banca y prensa de pierna, y el volumen de entrenamiento sumando todas las repeticiones y el peso levantado en 10 semanas. Encontraron un aumento significativo en las repeticiones de press de banca, pero no en prensa de pierna, sin diferencias significativas entre creatina y placebo. Tampoco hubo diferencias significativas en el volumen de entrenamiento entre ambos grupos.

Brenner et al. (2000) analizaron la resistencia y la fatiga muscular mediante una prueba de extensión unilateral de rodilla a 180° por segundo, con un minuto de descanso entre series, sin encontrar diferencias significativas en trabajo total o fatiga entre ambos grupos.

Por último, Vandenberghe et al. (1997) evaluaron la capacidad de ejercicio intermitente usando un dinamómetro isocinético para medir el torque de flexión del brazo. Encontraron que el grupo de creatina mostró mejoras significativas, con incrementos del 10% al 25% respecto al grupo placebo.

DISCUSIÓN

Esta revisión se centra en analizar los efectos de la suplementación con creatina y el entrenamiento de fuerza en la composición corporal y la fuerza muscular en mujeres jóvenes, un grupo demográfico tradicionalmente poco estudiado.

Los estudios revisados presentan resultados variados en cuanto a la composición corporal. Wilborn et al. (2016) y Cornish et al. (2009) muestran aumentos significativos en la masa corporal total, sin diferencias entre los grupos suplementados y no suplementados, mientras que Ferguson y Syrotaik (2006) no observan cambios significativos. Cornish et al. (2009) también encuentran incrementos significativos en la masa magra en los grupos suplementados con creatina, pero Ferguson y Syrotaik (2006), Wilborn et al. (2016) y Larson-Meyer et al. (2000) reportan aumentos en ambos grupos sin diferencias entre ellos. Vandenberghe et al. (1997) identifican un aumento significativo en la masa libre de grasa en el grupo con creatina, que se mantiene durante el detraining con dosis bajas de creatina, mientras que Brenner et al. (2000) reportan incrementos sin diferencias entre grupos.

En cuanto a la masa grasa, cuatro estudios concluyen que no hay variaciones significativas (Cornish et al., 2009; Ferguson & Syrotaik, 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Wilborn et al., 2016). El porcentaje de grasa corporal se mantiene estable en la mayoría de los estudios (Cornish et al., 2009; Vandenberghe et al., 1997; Wilborn et al., 2016), con dos excepciones: Ferguson y Syrotaik (2006) observan una disminución significativa en ambos grupos, y Brenner et al. (2000) reportan una reducción significativa en el grupo con creatina según pliegues cutáneos.

La suplementación con creatina puede mejorar algunos aspectos de la composición corporal en mujeres jóvenes, pero sus efectos no son consistentes. Aunque puede aumentar la masa libre de grasa, su impacto en la masa magra es limitado y no se observan cambios significativos en la masa corporal total, la masa grasa o el porcentaje de grasa corporal. Esta variabilidad podría deberse a diferencias en los diseños de los estudios, las dosis de creatina, las características de las participantes y el tamaño de las muestras. La literatura existente sugiere que la creatina puede incrementar la masa libre de grasa y la masa corporal total, aunque estos aumentos no siempre son estadísticamente significativos y pueden variar

entre individuos (Becque et al., 2000; Branch, 2004; Haff et al., 2000; Kerksick et al., 2007; Kraemer & Volek, 1999; Kreider et al., 1998; Lehmkuhl et al., 2003). Además, no se observan efectos significativos de la creatina en la masa grasa ni en el porcentaje de grasa corporal (Buford et al., 2007).

En cuanto a la fuerza muscular, algunos estudios reportan incrementos significativos en la fuerza del press de banca y la prensa de pierna en todos los grupos, sin diferencias entre suplementados y no suplementados (Ferguson & Syrotuik, 2006; Wilborn et al., 2016). Sin embargo, Cornish et al. (2009) encuentran mayores aumentos de fuerza en el grupo que combina CLA, creatina y proteína. Brenner et al. (2000) también destacan un aumento significativo en la fuerza del press de banca con creatina frente al placebo, aunque ambos grupos mejoran en la extensión de pierna. Vandenberghe et al. (1997) señalan que la creatina aumenta la fuerza en varios ejercicios y la mantiene elevada durante 10 semanas de detraining. Larson-Meyer et al. (2000) también observan mejoras significativas en el press de banca y la sentadilla completa en el grupo que toma creatina.

Los hallazgos sobre el impacto de la suplementación con creatina en la fuerza muscular son mixtos. Algunos estudios no detectan diferencias significativas entre quienes toman creatina y quienes no (Ferguson & Syrotuik, 2006; Wilborn et al., 2016), mientras que otros sugieren que la creatina ofrece beneficios adicionales en la mejora y mantenimiento de la fuerza muscular (Brenner et al., 2000; Larson-Meyer et al., 2000; Vandenberghe et al., 1997). La combinación de creatina con suplementos como CLA y proteína podría potenciar las mejoras en la fuerza, indicando un posible efecto sinérgico (Cornish et al., 2009).

Estos resultados se debaten en la literatura. Kreider et al. (1998) sostienen que la creatina aumenta significativamente la fuerza cuando se combina con el entrenamiento, mientras que Rawson y Volek (2003) argumentan que los efectos pueden ser modestos y variar entre individuos. Haff et al. (2000) y Kerksick et al. (2007) reportan mejoras significativas en el 1RM en el press de banca y el press de piernas en grupos suplementados con y sin creatina, pero sin diferencias significativas entre ellos. Burke et al. (2003) señalan que la respuesta a la creatina depende de la dosis, duración y características individuales, y Ribeiro et al. (2021) añaden que factores como el contenido inicial de creatina muscular, la dieta, la edad y el momento de la ingesta también influyen.

Los resultados sobre el rendimiento, la resistencia y el volumen de entrenamiento son variados. Dos estudios reportan mejoras significativas en la potencia explosiva en todos los grupos, sin diferencias entre los que toman creatina y los que no (Larson-Meyer et al., 2000; Wilborn et al., 2016;). Además, Wilborn et al. (2016) encuentran los mismos resultados en la potencia anaeróbica. Dos estudios no detectan diferencias significativas en la resistencia a la fatiga ni en el volumen de entrenamiento entre los grupos de creatina y placebo (Brenner et al., 2000; Ferguson & Syrotuik, 2006;). Por otro lado, Vandenberghe et al. (1997) reportan mejoras significativas en la capacidad de ejercicio intermitente en el grupo de creatina en comparación con el placebo.

Los hallazgos sugieren que la creatina no mejora la potencia anaeróbica y explosiva, ni aumenta la resistencia a la fatiga o el volumen de entrenamiento más que el entrenamiento por sí solo. Sin embargo, podría ser beneficiosa para la capacidad de ejercicio intermitente, especialmente en actividades que requieren esfuerzos breves y repetidos. La literatura apoya esta observación, destacando los beneficios de la creatina en ejercicios intermitentes de alta intensidad (Casey et al., 1996; Kirksey et al., 1999; Preen et al., 2001). Un meta-análisis de Branch (2003) también confirma que la creatina mejora significativamente el rendimiento en ejercicios de alta intensidad y corta duración (≤ 30 s). Sin embargo, estudios como los de Lehmkuhl et al. (2003) y Kerksick et al. (2007) muestran que la creatina no ofrece una ventaja adicional en potencia explosiva o anaeróbica.

Finalmente, esta revisión no está exenta de limitaciones. Solo se analizan seis estudios, debido a criterios de selección estrictos y la escasez de estudios relevantes. Como consecuencia, la calificación de calidad de la evidencia acorde a Cochrane ROB, es moderada. Por otro lado, algunos estudios presentan calidad inconsistente, con tamaños de muestra pequeños y falta de grupos placebo. Además, la variabilidad en dosis y protocolos de suplementación con creatina añade heterogeneidad a los resultados. Todo ello supone una limitación para las conclusiones de la presente revisión.

CONCLUSIONES

La suplementación con creatina combinada con entrenamiento de fuerza puede aumentar la masa libre de grasa y mejorar la fuerza muscular y el rendimiento en ejercicios intermitentes en mujeres jóvenes. Sin embargo, sus efectos en la masa magra son limitados y no se observan cambios significativos en la masa corporal total, la masa grasa ni en el porcentaje de grasa corporal. La respuesta a la creatina varía entre individuos, y la calidad de la evidencia es moderada debido a limitaciones en el tamaño de las muestras y la duración de los estudios. Futuros estudios deberían incorporar muestras de

mayor tamaño y tener una duración más prolongada para establecer conclusiones más consistentes y evaluar los efectos a largo plazo de la creatina en esta población.

APLICACIONES PRÁCTICAS

La creatina puede aumentar la masa libre de grasa y mantenerla durante periodos de detraining en mujeres jóvenes. Aunque su efecto en la masa grasa y el porcentaje de grasa corporal es mínimo, puede mejorar la fuerza muscular, especialmente cuando se combina con CLA y proteína. Además, puede ser efectiva en actividades de alta intensidad y esfuerzos repetidos. Dado que la respuesta a la creatina varía, se recomienda una evaluación personalizada antes de su suplementación.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Dado que la evidencia sobre la creatina combinada con entrenamiento de fuerza en mujeres jóvenes es limitada, se recomienda realizar más ensayos controlados aleatorizados con muestras mayores y métodos precisos. Es importante investigar las dosis óptimas, los efectos a largo plazo, y la interacción con otros suplementos en el rendimiento y la composición corporal. También se debería explorar su impacto en distintos subgrupos de mujeres, considerando la fase menstrual, el uso de contraceptivos y las dietas.

REFERENCIAS

- Abe, T., Kearns, C. F., & Fukunaga, T. (2003). Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young Japanese adults. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 436-440. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.5.436>
- Alexander, S. E., Pollock, A. C., & Lamon, S. (2021). The effect of sex hormones on skeletal muscle adaptation in females. *European Journal of Sport Science*, 22(7), 1035-1045. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1921854>
- Becque, M. D., Lochmann, J. D., & Melrose, D. R. (2000). Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(3), 654-658. <https://doi.org/10.1097/00005768-200003000-00016>
- Branch, J. D. (2003). Effect of Creatine Supplementation on Body Composition and Performance: A Meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(2), 198-226. <https://doi.org/10.1123/ijsem.13.2.198>
- Brenner, M., Rankin, J. W., & Sebolt, D. R. (2000). The Effect of Creatine Supplementation During Resistance Training in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(2), 207-213. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2000/05000/the_effect_of_creatine_supplementation_during.15.aspx
- Brosnan, J. T., & Brosnan, M. E. (2007). Creatine: Endogenous Metabolite, Dietary, and Therapeutic Supplement. *Annual Review of Nutrition*, 27(1), 241-261. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.27.061406.093621>
- Buford, T. W., Kreider, R. B., Stout, J. R., Greenwood, M., Campbell, B., Spano, M., Ziegenfuss, T., Lopez, H., Landis, J., & Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4(1), 6. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-4-6>
- Burke, D. G., Chilibeck, P. D., Parise, G., Candow, D. G., Mahoney, D., & Tarnopolsky, M. (2003). Effect of Creatine and Weight Training on Muscle Creatine and Performance in Vegetarians. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(11), 1946-1955. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000093614.17517.79>
- Burke, R., Piñero, A., Coleman, M., Mohan, A. E., Sapuppo, M., Augustin, F., Aragon, A. A., Candow, D. G., Forbes, S. C., Swinton, P., & Schöenfeld, B. J. (2023). The Effects of Creatine Supplementation Combined with Resistance Training on Regional Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Nutrients*, 15(9), 2116. <https://doi.org/10.3390/nu15092116>
- Candow, D. G., Vogt, E., Johannsmeyer, S., Forbes, S. C., & Farthing, J. P. (2015). Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(7), 689-694. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0498>
- Casey, A., Constantin-Teodosiu, D., Howell, S., Hultman, E., & Greenhaff, P. L. (1996). Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 271(1), E31-E37. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1996.271.1.e31>
- Chilibeck, P. D., Candow, D. G., Gordon, J. J., Duff, W. R. D., Mason, R., Shaw, K., Taylor-Gjevre, R., Nair, B., & Zello, G. A. (2023). A 2-

- yr Randomized Controlled Trial on Creatine Supplementation during Exercise for Postmenopausal Bone Health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(10), 1750-1760. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000003202>
- Coletta, A. M., Simon, L. H., Maslana, K., Taylor, S., Larson, K., Hansen, P. A., Thomas, V. M., Ulrich, C. M., Kohli, M., Chipman, J., Swami, U., Gupta, S., Maughan, B. L., & Agarwal, N. (2024). Creatine supplementation and resistance training to preserve muscle mass and attenuate cancer progression (CREATINE-52): a protocol for a double-blind randomized controlled trial. *BMC Cancer*, 24, 493. <https://doi.org/10.1186/s12885-024-12260-3>
- Cornish, S. M., Candow, D. G., Jantz, N. T., Chilibeck, P. D., Little, J. P., Forbes, S., Abeysekara, S., & Zello, G. A. (2009). Conjugated Linoleic Acid Combined with Creatine Monohydrate and Whey Protein Supplementation during Strength Training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(1), 79-96. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.1.79>
- Cullinen, K., & Caldwell, M. (1998). Weight Training Increases Fat-Free Mass and Strength in Untrained Young Women. *Journal of the American Dietetic Association*, 98(4), 414-418. [https://doi.org/10.1016/s0002-8223\(98\)00094-7](https://doi.org/10.1016/s0002-8223(98)00094-7)
- Dempsey, R. L., Mazzone, M. F., & Meurer, L. N. (2002). Does oral creatine supplementation improve strength?. A meta-analysis. *Journal of Family Practice*, 51(11), 945-951. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12485548/>
- Ferguson, T. B., & Syrotuik, D. G. (2006). Effects of Creatine Monohydrate Supplementation on Body Composition and Strength Indices in Experienced Resistance Trained Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 939-946. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17194243/>
- Fliss, M. D., Stevenson, J., Mardani-Dezfouli, S., Li, D. C. W., & Mitchell, C. J. (2022). Higher- and lower-load resistance exercise training induce load-specific local muscle endurance changes in young women: a randomised trial. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 47(12), 1143-1159. <https://doi.org/10.1139/apnm-2022-0263>
- Forsberg, A. M., Nilsson, E., Werneman, J., Bergström, J., & Hultman, E. (1991). Muscle composition in relation to age and sex. *Clinical Science*, 81(2), 249-256. <https://doi.org/10.1042/cs0810249>
- Grandperrin, A., Ollive, P., Kretel, Y., Maufrais, C., & Nottin, S. (2024). Impact of a 16-week strength training program on physical performance, body composition and cardiac remodeling in previously untrained women and men. *European Journal of Sport Science*, 24(4), 474-486. <https://doi.org/10.1002/ejss.12033>
- Greenhaff, P. L., Bodin, K., Söderlund, K., & Hultman, E. (1994). Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 266(5), E725-E730. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1994.266.5.e725>
- Haff, G. G., Kirksey, K. B., Stone, M. H., Warren, B. J., Johnson, R. L., Stone, M., O'bryant, H., & Proulx, C. (2000). The Effect of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Dynamic Rate of Force Development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 426-433. <https://doi.org/10.1519/00124278-200011000-00010>
- Kerksick, C. M., Rasmussen, C., Lancaster, S., Starks, M., Smith, P., Melton, C., Greenwood, M., Almada, A., & Kreider, R. (2007). Impact of differing protein sources and a creatine containing nutritional formula after 12 weeks of resistance training. *Nutrition*, 23(9), 647-656. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2007.06.015>
- Kirksey, B., Stone, M. H., Warren, B. J., Johnson, R. L., Stone, M., Haff, G. G., Williams, F. E., & Proulx, C. (1999). The Effects of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Performance Measures and Body Composition in Collegiate Track and Field Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(2), 148-156. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1999/05000/the_effects_of_6_weeks_of_creatine_monohydrate.9.aspx
- Kraemer, W. J., & Volek, J. S. (1999). Creatine Supplementation: Its Role in Human Performance. *Clinics in Sports Medicine*, 18(3), 651-666. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70174-5](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70174-5)
- Kreider, R. B., Ferreira, M., Wilson, M., Grindstaff, P., Plisk, S., Reinardy, J., Cantler, E., & Almada, A. L. (1998). Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(1), 73-82. <https://doi.org/10.1097/00005768-199801000-00011>
- Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
- Larson-Meyer, D. E., Hunter, G. R., Trowbridge, C. A., Turk, J. C., Ernest, J. M., Torman, S. L., & Harbin, P. A. (2000). The Effect of Creatine Supplementation on Muscle Strength and Body Composition During Off-Season Training in Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 434-442. <https://doi.org/10.1519/00124278-200011000-00011>
- Lehmkuhl, M., Malone, M., Justice, B., Trone, G., Pistilli, E., Vinci, D., Haff, E. E., Kilgore, J. L., & Haff, G. G. (2003). The Effects of 8 Weeks of Creatine Monohydrate and Glutamine Supplementation on Body Composition and Performance Measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 425-438. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12930166/>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336-341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- Mosti, M. P., Carlsen, T., Aas, E., Hoff, J., Stunes, A. K., & Syversen, U. (2014). Maximal Strength Training Improves Bone Mineral Density and Neuromuscular Performance in Young Adult Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2935-2945. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000493>
- Nindl, B. C., Harman, E. A., Marx, J. O., Gotshalk, L. A., Frykman, P. N., Lammi, E., Palmer, C., & Kraemer, W. J. (2000). Regional body composition changes in women after 6 months of periodized physical training. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2251-2259. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2251>
- Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Beilby, J., & Ching, S. (2001). Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5) 814-821. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00022>
- Rawson, E. S., & Volek, J. S. (2003). Effects of Creatine Supplementation and Resistance Training on Muscle Strength and Weightlifting Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 822-831.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14636102/>

- Ribeiro, F., Longobardi, I., Perim, P., Duarte, B., Ferreira, P., Gualano, B., Roschel, H., & Saunders, B. (2021). Timing of Creatine Supplementation around Exercise: A Real Concern?. *Nutrients*, 13(8), 2844. <https://doi.org/10.3390/nu13082844>
- Smith-Ryan, A. E., Cabre, H. E., Eckerson, J. M., & Cadow, D. G. (2021). Creatine Supplementation in Women's Health: A Lifespan Perspective. *Nutrients*, 13(3), 877. <https://doi.org/10.3390/nu13030877>
- Vandenberghe, K., Goris, M., Van Hecke, P., Van Leemputte, M., Vangerven, L., & Hespel, P. (1997). Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 83(6), 2055-2063. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.6.2055>
- Volek, J. S., Ratamess, N. A., Rubin, M. R., Gómez, A. L., French, D. N., McGuigan, M. M., Scheett, T. P., Sharman, M. J., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2004). The effects of creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short-term resistance training overreaching. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5-6), 628-637. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-1031-z>
- Wilborn, C. D., Outlaw, J. J., Mumford, P. W., Urbina, S. L., Hayward, S., Roberts, M. D., Taylor, L. W., & Foster, C. A. (2016). A Pilot Study Examining the Effects of 8-Week Whey Protein versus Whey Protein Plus Creatine Supplementation on Body Composition and Performance Variables in Resistance-Trained Women. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 69(3-4), 190-199. <https://doi.org/10.1159/000452845>