



**Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca**
Universidad Zaragoza

REVISIÓN SISTEMÁTICA: EFECTOS DE LA CREATINA EN EL RENDIMIENTO Y RECUPERACIÓN EN DEPORTES DE COMBATE

Systematic review; effects of creatine on
performance and recovery in combat sports.

Trabajo fin de grado

Alumno: Gaspar Torres Quero

Tutor: Sebastián Jan Sitko Sarna

Convocatoria Diciembre curso 2021/2022

Índice de contenidos

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	4
II. MÉTODO	8
III. RESULTADOS	11
V. DISCUSIÓN	15
V. CONCLUSIÓN	21
V. REFERENCIAS	23

Resumen

Con el objetivo de revisar la literatura sobre los efectos de la suplementación con creatina en modalidades deportivas de combate, se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos: PubMed y WOS. Tras la búsqueda y lectura de los estudios relacionados se seleccionaron un total de 4 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión los cuales incluyen deportistas de las modalidades de judo, taekwondo y wrestling.

La limitada evidencia revisada presenta cierta controversia en el efecto positivo de la creatina en el rendimiento en los deportes de combate, se han encontrado estudios sin diferencias significativas en los factores de rendimiento medidos y estudios que indican mejoras en algunos de los factores de rendimiento como la potencia media y potencia máxima además de un aumento en la composición corporal.

Palabras clave: Creatina (Cr), Fosfocreatina (PCr), ayuda ergogénica, rendimiento, deportes de combate, potencia máxima (PP), potencia media (PM), adenosin trifosfato (ATP), metabolismo anaeróbico.

Abstract

In order to review the literature on the effects of creatine supplementation in combat sports modalities, a search was carried out in the following databases: PubMed and WOS. After searching and reading the related studies, a total of 4 articles were selected that met the inclusion criteria, which include athletes from the modalities of judo, taekwondo and wrestling.

The limited evidence reviewed presents some controversy in the positive effect of creatine on performance in combat sports, some studies don't found significant differences in the measured performance factors and others studies indicating improvements in some of the performance factors such as average power and maximum power in addition to an increase in body composition.

I. INTRODUCCIÓN

La creatina (Cr) es uno de los suplementos más extendidos en la actualidad y más estudiados los últimos años, se utiliza en muchos ámbitos deportivos, tanto de competición como recreativo. La Cr es un compuesto de aminoácidos no proteico natural, que se puede sintetizar en el organismo a través de diferentes reacciones en el hígado y riñón, ingerir en alimentos como la carne roja o los mariscos o a través de la suplementación como ayuda ergogénica. Se acumula en mayor medida en el músculo esquelético (95% aproximadamente) y en menor medida en cerebro y testículos (5%) (Kreider et al., 2017).

Hay suficiente evidencia escrita para considerar que la Cr es una ayuda ergogénica que produce beneficios en el rendimiento deportivo, como el aumento de fuerza, fuerza máxima y la producción de fuerza pico (Wax et al., 2021), aumento de las concentraciones de Cr muscular y con ello el rendimiento del ejercicio de alta intensidad, es decir, mejora del metabolismo anaeróbico; mejora en la recuperación posterior al ejercicio, la prevención y rehabilitación de lesiones y la termorregulación (Kreider et al., 2017).

Según la literatura, una dieta normal puede contener 1-2g/día de Cr, cantidad insuficiente para saturar las reservas de Cr muscular. Para ello, encontramos varias alternativas para aumentar la Cr muscular en un 20-40%: en primer lugar, el método de carga más rápido consiste en ingerir 5 g de monohidrato de Cr, durante 5-7 días, cuatro veces al día; por otro lado, se puede ingerir 3g/día durante un periodo de 28 días. Una vez que las reservas de Cr están saturadas, se pueden mantener a través de la ingesta diaria de 3 a 5 g por día. (Kreider et al., 2017). Los efectos secundarios de la Cr parecen ser pocos e irrelevantes, el aumento de peso inicial es debido a los procesos osmóticos del organismo y parece ser seguro e incluso recomendable el consumo de Cr, no solo para atletas de alta competición, sino para toda la población. De hecho, Kreider et al. (2017) en su revisión informan de los beneficios potenciales para la salud del consumo de Cr, como beneficios

neuroprotectores, ralentización en la progresión de enfermedades neurodegenerativas, reducción de arritmias y/o mejora de la función cardíaca, entre otras.

Los deportes de combate abarcan una gran cantidad de modalidades en la actualidad, son deportes de gran exigencia física y mental, donde dos contrincantes se enfrentan con el objetivo de ganar la competencia usando las partes del cuerpo y golpes permitidos en cada modalidad. A pesar de las diferencias entre las disciplinas de combate, por lo general son deportes caracterizados por movimientos explosivos con actividades de alta intensidad. Requieren complementar el rendimiento de potencia o fuerza con resistencia, agilidad y flexibilidad (Degoutte et al., 2003). Entre las modalidades de combate más populares encontramos algunas disciplinas como el judo, kickboxing, artes marciales mixtas, wrestling, boxeo, karate y taekwondo. La mayoría de los deportes de combate se clasifican por peso para reducir las diferencias entre competidores (Franchini et al., 2011). A modo de ejemplo, el taekwondo, deporte olímpico desde 1988, implica periodos cortos de actividad de alta intensidad combinados con movimientos de baja intensidad en una proporción 1:2-1:7 (Bridge et al., 2014). En el judo, otra modalidad de combate olímpica con gran popularidad, la relación entre actividad intensa y tiempo de descanso durante la pelea es de 2:1 (Sterkowicz-Przybycien et al., 2019), y el proceso de entrenamiento requiere una fina integración del entrenamiento aeróbico y anaeróbico (Thomas et al., 1989).

Conociendo los requerimientos metabólicos de los deportes de combate, la suplementación con Cr se puede relacionar con beneficios en el rendimiento entendiendo la función principal del compuesto. La disponibilidad de ATP en estos deportes es facilitada principalmente por la fosfocreatina (PCr) y la glucólisis (Simoncini et al., 2021), la suplementación con Cr aumenta estas reservas de PCr, lo que posibilita un mayor número de acciones de alta intensidad. En suma, la degradación de la PCr en Cr +

Pi, deja libre un grupo fosforilo que hace efecto amortiguador para la resíntesis de ATP, lo que mantiene la disponibilidad de reservas de ATP en esfuerzos de máxima intensidad (Kreider et al., 2017).

La literatura indica que la Cr produce beneficios en pruebas anaeróbicas como *sprints* de 35 metros (Ateş et al., 2017; Ramírez-Campillo et al., 2016), lo que hace difícil pensar que, en estas modalidades, caracterizadas por un alto componente anaeróbico y de fuerza, no sea un suplemento indispensable para los atletas profesionales y *amateurs* de la disciplina.

De este modo en el presente estudio nos planteamos el siguiente objetivo general: realizar una revisión sistemática que recopile aquellos estudios centrados en evaluar el efecto de la Cr en el rendimiento de deportistas especializados en deportes de combate. Y para cumplir este objetivo planteamos los siguientes objetivos específicos:

- a) Realizar una búsqueda sistemática, controlada y exhaustiva de artículos publicados en revistas de impacto que cumplan con los criterios de inclusión.
- b) Cribar dichos estudios según los criterios elegidos, con el fin de analizar aquellos trabajos más específicos y útiles para este proyecto.
- c) Analizar los resultados que arrojan los artículos finalmente elegidos.
- d) Comparar dichos resultados con aquellos que hemos observado y plasmado en el apartado de introducción.

A tenor de los estudios tratados en la introducción, la hipótesis principal planteada en este trabajo es que la Cr tiene un efecto positivo en el rendimiento de deportes de combate.

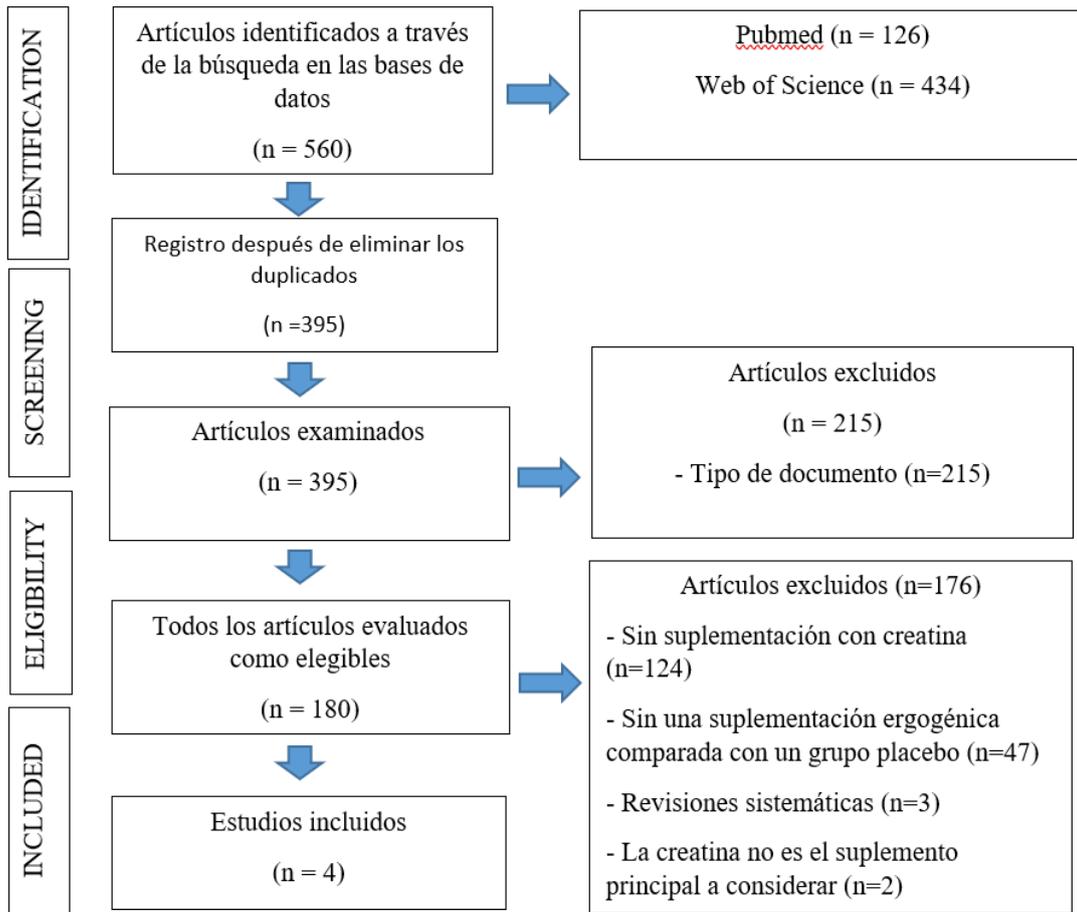
II. MÉTODOS

La búsqueda bibliográfica se realizó en las siguientes bases de datos: Web of Science (WOS) y Pubmed. La búsqueda se limitó a artículos publicados entre el 2012 y el 15 de abril del 2022, para evitar estudios desactualizados y establecer una fecha límite. La estrategia de búsqueda utilizada fue combinar los “términos MESH” (concepto 1) (combat sports Or boxing Or wrestling Or mixedmartialarts Or judo Or taekwondo) and (concepto 2) (“creatine”).

Tras hacer una primera lectura del título y resumen de cada documento resultante de la búsqueda bibliográfica, se hizo un primer cribado descartando los duplicados, los artículos de mayor antigüedad desde el 2012, seleccionando solo artículos escritos en inglés o español que encajaran con el objetivo de la revisión.

Una vez recopilados los estudios, se aplicaron una serie de criterios de exclusión, rechazando los estudios en los que la Cr no fuera la principal suplementación, estudios que no incluyeran un protocolo de suplementación ergogénica y una comparación con un grupo placebo, que no incluyeran ningún deporte de combate como modalidad principal y excluyendo revisiones sistemáticas.

Figure 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos.



III. RESULTADOS

Durante la búsqueda inicial, sumando la literatura encontrada en ambas bases de datos, se identificaron un total de 560 artículos, después de excluir los duplicados (165), los estudios experimentales no originales y los meta-análisis y revisiones sistemáticas, un total de 180 documentos eran elegibles para introducirlos en la revisión.

Después de leer los 180 artículos y aplicar los criterios de exclusión, se seleccionaron 5 artículos para su revisión, de estos 5 artículos, se excluyó un artículo ya que la Cr no era el suplemento estudiado, sino una condición del experimento (Durkalec-Michalski et al., 2021).

Se incluyeron un total de 80 deportistas en los estudios, de los cuales 50 eran atletas practicantes de la modalidad de taekwondo en 2 artículos (Manjarrez-Montes et al., 2012; Sarshin et al., 2021), 10 judokas en otro artículo (Sterkowicz et al., 2012) y 20 atletas de las modalidades de jiu-jitsu y wrestling, con al menos 3 años de experiencia de lucha libre y 2 años de competencia (Aedman et al., 2015). La edad media de los atletas era 22,3.

En los 4 estudios la Cr era el suplemento nutricional examinado, pero en uno de ellos (Sarshin et al., 2021) se combinó la suplementación con bicarbonato de sodio, para realizar la comparativa del efecto de la suplementación combinando Cr y bicarbonato de sodio, Cr de manera aislada, bicarbonato de sodio de manera aislada, un grupo placebo y otro control. Únicamente en uno de los artículos (Manjarrez-Montes et al., 2012) se incluyó un periodo de lavado entre los periodos de suplementación para cambiar los grupos al tratamiento opuesto.

Con respecto a las pruebas realizadas en los estudios, la prueba de Wingate se utilizó para obtener resultados de la capacidad anaeróbica en 2 de los 4 estudios, en uno de ellos el test está ligeramente modificado aumentando la carga del ergómetro en un 0,8% (Sterkowicz et al., 2012), además incluye el SJFT (Senior Judo Fitness Test) reconocida para controlar el entrenamiento de manera confiable y precisa (Franchini et al., 2009). En

la investigación de Amir Sarshin (2021), se realizó el TAIKT (Taekwondo Anaerobic Intermittent Kick Test) para obtener los parámetros de potencia media, potencia máxima, índice de fatiga, índice de esfuerzo percibido y lactato sanguíneo. Este test es una prueba anaeróbica específica válida de la modalidad con una confiabilidad de ($ICC > 0,90$) (Tayech et al., 2018). Por otro lado, en una de las investigaciones (Aedman et al., 2015), empleó el protocolo UBISP para evaluar el rendimiento anaeróbico del tronco superior; el protocolo descrito por el mismo autor (Aedman et al., 2013), consistió en 4 mediciones de 6 minutos (15s de esfuerzo máximo con una carga de $0.04\text{kg} \cdot \text{kg}$, 5s de aceleración y 40s sin carga) en un cicloergómetro en el que se remplazaron los pedales por empuñaduras.

La tabla 1 resume las características de la muestra, el autor, la modalidad deportiva de los atletas, las pruebas realizadas y los principales resultados de los estudios.

Tabla 1. Efecto de la creatina en la recuperación y rendimiento en deportes de combate

Autor y fecha	Modalidad	Dosis y tiempo	Pruebas	Resultados
Sterkowicz et al. 2012	Judo: 10 judokas experimentados	6 semanas de suplementación con malato de Cr 0,07g*kg-1LBM	Prueba de Wingate modificada (30'' a máxima intensidad con una bicicleta ergométrica mecánica Ergomedic 874E Monark). Prueba gradual hasta fatiga (aumentando 0,5m*s cada 3 minutos). El SJFT.	El malato de Cr no afectó a los resultados en la SJFT. La suplementación no provocó un aumento de la masa corporal mayor que en el grupo control. La potencia aeróbica no cambió.
Aedman et al. 2015	Jiu jitsu y sumision Wrestling: 20 atletas amateur	3 días fase preparatoria. 5 días de suplementación con monohidrato de Cr 0,3g*kg*día.	Prueba UBISP (6 minutos alternando 15'' máxima cadencia contra una resistencia de 0,04kg*kg-1, con 40'' sin carga y 5'' de aceleración).	La suplementación a corto plazo no tuvo impacto en la potencia máxima ni potencia media.
Sarshin et al. 2021	Taekwondo: 40 atletas entrenados	4 grupos: ingestión conjunta Cr (20g*día) y SB (500mg*Kg-1); Cr (20 g*día y 500mg*Kg-1 maltodextrina); SB (500mg*Kg-1 y 20g*día maltodextrina); Placebo (20g*día-1 maltodextrina y 500mg*Kg-1 maltodextrina). Durante 5 días de suplementación	Prueba TAIKT 3 rondas con recuperación pasiva de 1 minuto.	La PP y PM aumentaron después de los 5 días de suplementación solos y combinados.
Manjarrez-Montes et al. 2012	Taekwondo: 10 deportistas amateur	6 semanas de suplementación (3,5g de monohidrato de Cr), 6 semanas de lavado y 6 semanas de suplementación el grupo opuesto. En total 18 semanas.	Composición corporal (DEXA), Prueba de Wingate, (potencia anaeróbica), lactato y química sanguínea.	La masa grasa aumentó después de la suplementación con Cr. La concentración sérica de triglicéridos aumentó con la suplementación de Cr. No se mostró evidencia de aumentar la potencia anaeróbica.

Leyenda:

SJFT= Special Judo Fitness Test

Cr= Creatina

PP= Potencia máxima

PM= Potencia media

UBISP: Uper Body Intermittent Sprint Performance Test

SB= Bicarbonato de sodio

TAIKT= Taekwondo Anaerobic Intermittent Kick Test

DEXA= Dual-Energy X-ray Absorptiometry

LBM= Lean body mass

IV. DISCUSIÓN

El presente trabajo se centra en buscar y analizar aquellos estudios que nos permitan averiguar si la Cr es efectiva a la hora de implementarla en la dieta del deportista, de tal forma que hiciera aumentar su rendimiento en el deporte de combate. Una vez llevada a cabo esta revisión sistemática se definen los siguientes hallazgos:

- a. No se puede afirmar que la suplementación con Cr en deportes de combate ofrezca beneficios significativos en la recuperación ni en el rendimiento.
- b. Por otro lado, se ha observado que dicha suplementación muestra un impacto en el aumento de la masa corporal, lo que puede ser un efecto negativo en los competidores de las modalidades de combate.

De este modo, no es posible confirmar la hipótesis que planteaba una mejora del rendimiento en los deportistas de combate, frente a otras modalidades deportivas que sí obtenían beneficios al complementar su dieta con Cr. Esto se debe a que tres de los cuatro estudios revisados no encontraron diferencias significativas positivas en los factores de rendimiento medidos, cuando comparaban grupos de deportistas suplementados con Cr y grupo suplementado con placebo.

Es importante destacar que los deportes de combate poseen características comunes como son la intermitencia continua y la necesidad de esfuerzos explosivos constantes. La literatura sugiere que el metabolismo anaeróbico es la principal fuente de energía en las acciones de la modalidad de taekwondo (Lin et al., 2006). en la misma línea, en la modalidad de lucha libre, las contracciones musculares fuertes y repetitivas, junto con la potencia anaeróbica del tren superior, son los principales factores de éxito en los competidores (García-Pallarés et al., 2011). En el campo del judo, la potencia y capacidad anaeróbica se han considerado capacidades principales a desarrollar en los deportistas para optimizar su rendimiento en competición (Franchini et al., 2011; Kubo et al., 2006).

Por otro lado, la literatura afirma que la Cr mejora el rendimiento anaeróbico a través de diferentes mecanismos (Forbes et al., 2020): Hultman et al. (1996) observan que la Cr aumenta las reservas musculares de Cr y PCr, respaldado recientemente por Kreider et al (2017), quienes defienden un aumento de las reservas de PCr intramusculares en un 20% gracias a la suplementación con Cr. Ricci et al (2020) también observan que reservas elevadas de PCr aumentan la capacidad de refosforilar ATP, mejorando la recuperación oxidativa (Kreider et al., 2017). Además, la hidrólisis de la PCr actúa como amortiguador debido a su consumo de un ión H⁺ frente a la acidosis producida durante el ejercicio (Naderic et al., 2016).

Tras observar toda esta información cabría esperar que la Cr también fomentase todas estas mejoras en los deportistas de combate, pero ateniéndonos a la conclusión a) no podemos otorgar los beneficios de la Cr a los deportes de combate.

A continuación, se analiza y desglosa los hallazgos encontrados en los artículos seleccionados. En primer lugar, en el estudio más actualizado de nuestra revisión, por parte de Sarshin et al. (2021), se observó una mejora en la potencia máxima y la potencia media tras 5 días de suplementación, en línea con las mejoras en el rendimiento anaeróbico a través de diferentes mecanismos que estudiaron Forbes et al. (2020).

En el estudio de Sterkowicz et al. (2012) llama la atención que en la prueba específica de judo no hubo mejoras significativas en los factores de rendimiento, pero en la prueba de Wingate aumentó la producción de potencia máxima, además de alcanzar la misma en un menor tiempo. Este hallazgo se puede traducir en ejecuciones más rápidas de las acciones de combate, es decir, aumento del rendimiento en deportistas de combate gracias al suplemento de Cr.

Respecto al estudio de Manjarrez-Montes et al. (2012), se observaron diferencias en la masa grasa, viéndose aumentada la concentración de triglicéridos tras el periodo de suplementación con monohidrato de Cr, pero no se mostró evidencia en el aumento de la potencia anaeróbica. Estos resultados difieren de los encontrados por Da Silva Santos et al. (2020), donde el metabolismo de la PCr contribuye aproximadamente en un 26-30% de los requerimientos energéticos durante las fases de acción del taekwondo, respaldado por el aumento de las reservas de PCr intramusculares ya comentadas por Kreider et al. (2017).

Estas diferencias entre los estudios pueden estar asociados a diferentes factores y diferencias metodológicas, el nivel de los deportistas, y las diferencias entre las pruebas anaeróbicas realizadas, entre otras variables. También pueden estar relacionadas con el periodo de suplementación con Cr, ya que se ha demostrado que dicha suplementación, tanto a corto como a largo plazo, tiene efecto en jugadores de fútbol utilizando una prueba de *sprint* anaeróbico de 35 metros (Ateş et al., 2017; Ramírez-Campillo et al., 2016).

Por otro lado, es importante destacar el hallazgo b) debido a la importancia que el peso tiene en estas modalidades de cara a las competiciones. Mientras que en otros deportes la suplementación con Cr parece promover un aumento de la masa corporal en respuesta al entrenamiento de resistencia (Cjilibeck et al., 2017), en el estudio de Sterkowicz et al. (2012) no se observa dicho aumento en los deportistas frente al grupo control. Y es que aproximadamente el 64% de los estudios que midieron la masa corporal y/o la composición corporal en el estudio de Branch et al. (2003) informaron de aumentos estadísticamente significativos tras la suplementación con Cr. La importancia de todos estos datos reside en que algunos autores han interpretado el aumento de masa corporal con una evidencia indirecta de una carga de Cr muscular exitosa (Wright et al., 2007). Este puede ser el motivo por el que Sterkowicz et al. (2012) no hayan encontrado mejoras

en los factores de rendimiento. De igual forma, al no obtener esos resultados en los artículos analizados, se deduce que en los deportes de combate la Cr no actúa como suele hacerlo.

Respecto a posibles limitaciones, las intervenciones de los estudios seleccionados se realizaron en un rango de tiempo limitado, lo que puede ser un inconveniente a la hora de identificar diferencias significativas entre los grupos control, ya que una semana de intervención puede ser poco para observar mejoras en el rendimiento. Por ende, los estudios incluidos que tienen un tiempo de seguimiento de seis semanas ofrecen resultados más fiables.

Otro aspecto a tener en cuenta es la dosis de suplemento utilizada en los estudios que, en este caso, son diferentes en las cuatro intervenciones. Según Hultmann et al. (1996), la concentración de Cr en el cuerpo parece aumentar un 20% en hombres jóvenes en 28 días con una ingesta de 3 g diarios, o en 6 días con una ingesta de 20 g diarios. Ambas formas de suplementación se han utilizado, a pesar de que la carga de Cr en dosis altas está relacionada con molestias gastrointestinales, daños renales y deshidratación. De igual manera, la suplementación con Cr a corto plazo mejoró el rendimiento en otros estudios con ejercicios de manivela de alta intensidad (Grindstaff et al., 1997), en *sprints* con bicicleta (Zuniga et al. 2012), en la fuerza máxima durante el ejercicio de peso muerto (Rossouw et al., 2000) y en la capacidad anaeróbica de carrera (Fukuda et al., 2011).

Cabría destacar el periodo de lavado incluido en el artículo de Manjarrez-Montes et al. (2012), ausente en el resto de los artículos revisados. Esto es muy importante ya que permite observar los resultados en todos los participantes tras recibir la suplementación frente al placebo.

En pros de futuras investigaciones, es importante mencionar el nivel de los atletas como un factor trascendental en los resultados finales, ya que no es lo mismo realizar este tipo de intervenciones en atletas amateur que en profesionales. Por otro lado, para aumentar la fiabilidad del estudio sería interesante llevar a cabo una investigación de este tipo con atletas profesionales de un nivel de similar en la disciplina.

Además de todo esto, no podemos olvidarnos del factor sexo, siempre influyente en la gran mayoría de los estudios llevados a cabo en el ámbito deportivo. Sería interesante observar el efecto de la Cr en deportistas mujeres para analizar las diferencias basadas en el sexo en la respuesta a la Cr, y su efecto en la recuperación y el rendimiento.

V. CONCLUSIONES

Based on the studies included in this systematic review we can conclude that:

- Cr supplementation does not seem to have obvious benefits in anaerobic power tests in combat sports.
- Cr supplementation can have positive effects on maximum and average power in taekwondo athletes.
- Cr supplementation causes an increase in body mass, which can cause problems during the pre-competition weight loss phase in combat sports.
- For future research, it would be interesting to establish longer periods of supplementation and training to obtain more reliable results on the benefits of Cr as an ergogenic aid.

VI. REFERENCIAS

- Aedma, M., Timpmann, S., y Ööpik, V. (2013). Effect of caffeine on upper-body anaerobic performance in wrestlers in simulated competition-day conditions. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 23(6), 601-609.
- Aedman, M., Timpmann, S., Lätt, E., y Ööpik, V. (2015). Short-term creatine supplementation has no impact on upper-body anaerobic power in trained wrestlers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1).
- Ateş, O., Keskin, B., & Bayraktar, B. (2017). The effect of acute Creatine supplementation on fatigue and anaerobic performance. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 19, 85-92.
- 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.
- Bridge, C. A., Ferreira da Silva Santos, J., Chaabène, H., Pieter, W., y Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports medicine*, 44(6), 713–733.
- Chilibeck, P., Kaviani, M., Candow, D., y Zello, G. A. (2017). Effect of creatine supplementation during resistance training on lean tissue mass and muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 8, 213–226.
- Da Silva Santos, J. F., Wilson, V. D., Herrera-Valenzuela, T., y Machado, F. S. M. (2020). Time-motion analysis and physiological responses to taekwondo combat in juvenile and adult athletes: a systematic review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 103-121.
- Degoutte, F., Jouanel, P. y Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *Br J Sports Med*, 37, 245-249.
- Durkalec-Michalski, K., Kusy, K., Głównka, N., y Zieliński, J. (2021). The effect of multi-ingredient intra- versus extra-cellular buffering supplementation combined with branched-chain amino acids and creatine on exercise-induced ammonia blood concentration and aerobic capacity in taekwondo athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1).
- Forbes, S. C., Candow, D. G., Smith-Ryan, A. E., Hirsch, K. R., Roberts, M. D., VanDusseldorp, T. A., ... y Little, J. P. (2020). Supplements and nutritional interventions to augment high-intensity interval training physiological and performance adaptations—a narrative review. *Nutrients*, 12(2), 390.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., y Artioli, G. G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(2), 147–166.

- Fukuda, D. H., Smith, A. E., Kendall, K. L., Dwyer, T. R., Kerksick, C. M., Cramer, J. T., y Stout, J. R. (2011). The Effects of Creatine Loading and Gender on Anaerobic Running Capacity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(22).
- García-Pallarés, J., López-Gullón, J. M., Muriel, X., Díaz, A., e Izquierdo, M. (2011). Physical fitness factors to predict male Olympic wrestling performance. *European journal of applied physiology*, 111(8), 1747-1758.
- Grindstaff, P. D., Kreider, R., Bishop, R., Wilson, M., Wood, L., Alexander, C., y Almada, A. (1997). Effects of creatine supplementation on repetitive sprint performance and body composition in competitive swimmers. *International Journal of Sport Nutrition*, 7(4), 330-346.
- Hultman, E., Soderlund, K., Timmons, J. A., Cederblad, G., y Greenhaff, P. L. (1996). Muscle creatine loading in men. *Journal of applied physiology*, 81(1), 232-237.
- Kubo, J., Chishaki, T., Nakamura, N., Muramatsu, T., Yamamoto, Y., Ito, M., Saitou, H., y Kukidome, T. (2006). Differences in fat-free mass and muscle thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 20(3), 654–657.
- Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., y 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).
- Lin, W. L., Yen, K. T., Lu, C. Y. D., Huang, Y. H., y Chang, C. K. (2006). Anaerobic capacity of elite Taiwanese Taekwondo athletes. *Science & sports*, 21(5), 291-293.
- Manjarrez-Montes de Oca, R., Farfán-González, F., Camarillo-Romero, S., Tlatempa-Sotelo, P., Francisco-Argüelles, C., Kormanowski, A., ... y Alvear-Ordenes, I. (2013). Efectos de la suplementacion con creatina en practicantes de taekwondo. *Nutrición Hospitalaria*, 28(2), 391-399.
- Melhim, A. F. (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do. *British Journal of Sports Medicine*, 35(4), 231-234.
- Mujika, I., Padilla, S., Ibanez, J., Izquierdo, M., y Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(2), 518-525
- Naderi, A., Earnest, C. P., Lowery, R. P., Wilson, J. M., y Willems, M. E. (2016). Co-ingestion of nutritional ergogenic aids and high-intensity exercise performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1407-1418.
- Ramírez-Campillo, R., González-Jurado, J. A., Martínez, C., Nakamura, F. Y., Peñailillo, L., Meylan, C. M., ... y Izquierdo, M. (2016). Effects of plyometric

- training and creatine supplementation on maximal-intensity exercise and endurance in female soccer players. *Journal of science and medicine in sport*, 19(8), 682-687.
- Ricci, T., Forbes, S. C., y Candow, D. G. (2020). Creatine supplementation: practical strategies and considerations for mixed martial arts. *Journal of Exercise and Nutrition*, 3(1).
- Rossouw, F., Krüger, P. E., y Rossouw, J. (2000). The effect of creatine monohydrate loading on maximal intermittent exercise and sport-specific strength in well trained power-lifters. *Nutrition Research*, 20(4), 505-514.
- Sarshin, A., Fallahi, V., Forbes, S. C., Rahimi, A., Koozehchian, M. S., Candow, D. G., ..., y Naderi, A. (2021). Short-term co-ingestion of creatine and sodium bicarbonate improves anaerobic performance in trained taekwondo athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1).
- Simoncini, L., Lago-Rodríguez, Á., López-Samanes, Á., Pérez-López, A., y Domínguez, R. (2021). Effects of Nutritional Supplements on Judo-Related Performance: A Review. *Journal of Human Kinetics*, 77(1), 81–96.
- Sterkowicz, S., Tyka, A. K., Chwastowski, M., Sterkowicz-Przybycień, K., Tyka, A., y Klys, A. (2012). The effects of training and creatine malate supplementation during preparation period on physical capacity and special fitness in judo contestants. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9.
- Sterkowicz-Przybycień, K., Fukuda, D. H., y Franchini, E. (2019). Meta-analysis to determine normative values for the special judo fitness test in male athletes: 20+ years of sport-specific data and the lasting legacy of Stanisław Sterkowicz. *Sports*, 7(8).
- Tayech, A., Mejri, M. A., Chaabene, H., Chaouachi, M., Behm, D. G., y Chaouachi, A. (2018). Test-retest reliability and criterion validity of a new Taekwondo Anaerobic Intermittent Kick Test. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(2), 230-237.
- Thomas, S. G., Cox, M. H., LeGal, Y. M., Verde, T. J., y Smith, H. K. (1989). Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. *Canadian journal of sport sciences*, 14(3), 142-147.
- Wax, B., Kerksick, C. M., Jagim, A. R., Mayo, J. J., Lyons, B. C., y Kreider, R. B. (2021). Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*, 13(6).
- Wiroth, J., Bermon, S., Andrei, S., Dalloz, E., Hebuterne, X., y Dolisi, C. (2001). Effects of oral creatine supplementation on maximal pedalling performance in older adults. *European journal of applied physiology*, 84(6), 533-539.
- Wright, G. A., Grandjean, P. W., y Pascoe, D. D. (2007). The effects of creatine loading on thermoregulation and intermittent sprint exercise performance in a hot humid environment. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 655.

Zuniga, J. M., Housh, T. J., Camic, C. L., Hendrix, C. R., Mielke, M., Johnson, G. O., ... y Schmidt, R. J. (2012). The effects of creatine monohydrate loading on anaerobic performance and one-repetition maximum strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1651-1656.