

---

# El impacto de la creatina en el rendimiento y la cognición de personas mayores de 45 años

Modalidad **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

*Trabajo Final de Máster*

*Máster de Alimentación en la Actividad Física y el Deporte*

Autor/a: Arnau González Rodríguez  
Tutor/a del TFM: Jesús Francisco García Gavilán

---

2º Semestre curso 2020-2021



Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.es>



Reservados todos los derechos. Está prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

# Índice

Resumen	4
Abstract	5
1. Introducción	6
1.1. El mundo actual en el deporte	6
1.2. Ayudas ergogénicas	6
1.3. Interés y relevancia	7
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. Preguntas investigables	10
4. Metodología	11
4.1. Bases de datos	11
4.2. Criterios de Inclusión y Exclusión	11
4.3. Esquema	12
5. Resultados	13
5.1. Suplementación con creatina. ¿Cómo se debe de hacer?	13
5.2. Conociendo los diferentes tipos de creatina	13
5.3. ¿Es segura la suplementación con creatina?	14
5.3.1. Seguridad de su consumo	14
5.3.2. Posibles efectos adversos	15
5.4. Creatina y rendimiento físico en personas mayores de 45 años	15
5.4.1. Creatina y músculo	16
5.4.2. Estudios analizados creatina-fuerza-rendimiento físico	17
5.5. Creatina y cognición en personas mayores de 45 años	23
5.5.1. Creatina y cerebro	23
5.5.2. Estudios analizados creatina-cognición	24
6. Discusión	27
6.1. Estudios de fuerza y rendimiento	27
6.2. Estudios de cognición	28
6.3. Limitaciones de la revisión	29
7. Aplicabilidad y nuevas líneas de investigación	30
8. Conclusiones	32
9. Bibliografía	33

## Resumen

La creatina es una de las ayudas ergogénicas con mayor evidencia científica y se encuentra ampliamente utilizada por los deportistas que buscan un aumento en el rendimiento de los esfuerzos de elevada intensidad y corta duración. Sin embargo, una gran parte de la evidencia proviene de estudios realizados en población joven y enfocados en la fuerza o la masa muscular, mientras que la evidencia actual sobre una posible mejora a nivel cognitivo se encuentra más limitada; la cual podría verse afectada debido a los efectos de la edad.

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de la suplementación con creatina en el rendimiento físico y función cognitiva de personas mayores de 45 años. Para ello, se ha recurrido a la selección de ensayos clínicos a través de la base de datos *PubMed*.

Se han obtenido un total de 19 estudios, de los cuales 14 analizan el impacto en el rendimiento físico y 5 la función cognitiva. En la mayoría de los estudios se observa una mejora en la fuerza, rendimiento y masa muscular; mientras que los beneficios en la cognición por parte de la creatina son leves y poco claros.

En conclusión, la suplementación con creatina produce una mejora en el rendimiento físico de las personas mayores de 45 años mientras que el impacto en la cognición no es evidente debido a la limitación de la evidencia existente. Además, se recomienda que se realicen más estudios que busquen posibles beneficios en la función cognitiva.

**Palabras clave:** revisión, suplementación con creatina, fuerza, cognición, rendimiento

## Abstract

Creatine is one of the ergogenic aids with most scientific evidence, and it is being widely used by athletes who want a performance improvement in high-intensity and short-duration exercises. Nevertheless, most of the evidence is from studies that assess the strength or muscle mass gain from young people, while the recent evidence of a possible improvement on cognition is limited, which could be affected due to age.

The aim of this work is to analyze the impact of creatine supplementation on physical performance and cognitive function of people older than 45. PubMed has been used to obtain clinical trials that study this topic.

A total of 19 studies have been selected, 14 of which analyze the impact on physical performance and 5 on cognitive function. Most of the studies show a clear improvement on strength, performance, and muscle mass gain, while the benefits on cognition are minor and vague.

In conclusion, creatine supplementation has a positive impact on physical performance of people older than 45, while on cognition it is not clear due to limited evidence. Also, it is recommended that more studies addressing the possible benefits on cognition are made.

**Keywords:** review, creatine supplementation, strength, cognition, performance

## 1. Introducción

### 1.1. El mundo actual en el deporte

La alimentación es uno de los pilares fundamentales para obtener una buena calidad de vida y también para ayudar a los deportistas a obtener el máximo rendimiento deportivo posible. No hay que olvidar, claro está, otros componentes clave que pueden afectar a este rendimiento cómo la hidratación, el estado psicológico y el entrenamiento de la persona (1).

Pero llevar unos hábitos dietéticos tan estrictos en atletas de alto nivel puede llegar a ser difícil de compaginar con la competición y los entrenamientos, haciendo que en ocasiones no se cumplan determinados requerimientos nutricionales y energéticos. Es por ello, que muchos de estos deportistas recurren a las diferentes ayudas ergogénicas disponibles, siendo importante aquellas que tienen una buena evidencia científica detrás, que aseguran la calidad y que estén permitidas para la competición (1). Cabe indicar que, antes del consumo de estos productos, se debe evaluar a la persona por un equipo profesional bien cualificado y que pueda educarla y llevar a cabo diferentes tácticas para establecer unos buenos hábitos (2).

### 1.2. Ayudas ergogénicas

Ahora bien, ¿Qué entendemos por ayuda ergogénica? Según la FEMEDE, una ayuda ergogénica es *“cualquier maniobra o método (nutricional, físico, mecánico, psicológico o farmacológico) realizado con el fin de aumentar la capacidad para desempeñar un trabajo físico y mejorar el rendimiento”* (1).

Dentro de las ayudas ergogénicas podemos encontrar diferentes productos dietéticos (1):

- Bebidas deportivas ricas en hidratos de carbono.
- Suplementos de proteína, principalmente la proteína de suero.
- Ácidos grasos omega 3.
- Vitaminas y minerales (3).
- Otras sustancias cómo la cafeína, creatina (4), taurina, glutamina...
- Otros

Está claro que no todas las ayudas ergogénicas existentes son eficaces y aseguran la mayor seguridad posible. Por lo tanto, podemos recurrir a una clasificación realizada por uno de los organismos referentes en esta temática, el *Australian Institute of Sport (AIS)*.

Este organismo realiza una clasificación muy simple pero efectiva conocida como ABCD. En esta clasificación se analizan los ingredientes de los diferentes suplementos y productos dietéticos enfocados al deporte según su nivel de evidencia científica donde se evalúe la seguridad y la eficacia de estos, agrupándose de mejor calidad a peor. En su última actualización producida en marzo de 2021 destacan en el grupo A (Mejor calidad) (5).

- Alimentos dietéticos deportivos como bebidas, geles, electrolitos, proteína aislada y suplementos con varios macronutrientes.
- Suplementos médicos que engloban a ciertos minerales y vitaminas como el calcio, hierro y la vitamina D. Además, se incluyen a probióticos.
- Suplementos enfocados a mejorar el rendimiento deportivo como la cafeína, B-alanina, bicarbonato, creatina, glicerol y zumo de remolacha.

Después de este grupo encontraríamos el B, C y D donde sería más recomendable esperar a que haya un mayor número de estudios de buena calidad que evalúen todas estas sustancias antes de recomendarlas. Aunque algunos componentes del grupo B se podrían recomendar, siempre y cuando sea para un estudio o se pueda monitorizar al deportista que los tome (5).

### **1.3. Interés y relevancia**

El mundo de la ergogénica nutricional y de sus posibles usos en atletas es muy complejo y que requiere ser evaluado constantemente para poder ser recomendado con seguridad. Por ello, gracias al avance de la ciencia hoy en día podemos crear diferentes productos dietéticos que sirvan de ayuda a todos los deportistas que lo necesiten, siempre recalcando que no deben sustituir a una dieta equilibrada y saludable.

Probablemente, uno de los suplementos más recomendados y utilizados en los últimos años es la creatina (4) por los beneficios que aporta y que veremos a lo largo de este trabajo. Es una sustancia con mucha evidencia detrás que asegura que puede mejorar la fuerza (6,7), puede ser útil en diferentes modalidades deportivas donde hayan muchos esfuerzos anaerobios como el fútbol (8), y que además es un producto útil para vegetarianos ya que es una sustancia que encontramos de forma natural en productos cárnicos y que se encontrará reducida en personas vegetarianas (9).

Pero la razón por la que he escogido esta sustancia en concreto, además de interesarme su papel en la fuerza, es en el posible uso que puede tener en la función cognitiva de las personas. Es un aspecto que no está tan claramente demostrado como la mejora en

la fuerza y en el rendimiento, y por eso creo que puede ser interesante realizar un trabajo dónde se hable de su papel en el rendimiento físico, pero también del aspecto cognitivo. Por ello, decido enfocar el trabajo también en personas mayores de 45 años dónde se podría empezar a observar una diferencia en relación a personas de 20 o 30 años que muy probablemente se encontrarán en un mejor estado físico y psicológico (10). Además, actualmente la literatura está buscando nuevas sustancias que puedan ayudar a reducir la aparición de patologías relacionadas con el estado mental del individuo como las enfermedades neurodegenerativas, o simplemente por el efecto provocado por el paso de los años que deterioran los diferentes sistemas del organismo. Por lo tanto, he considerado muy importante la inclusión de estudios que busquen analizar la función cognitiva de este tipo de población (11).

De esta manera, con este trabajo busco observar y analizar cómo puede afectar la creatina en una persona que pueda necesitar alguna ayuda extra para mejorar su rendimiento y si puede ayudar también a mejorar la calidad de vida, que podría ser más importante en personas con una edad aún más avanzada.



## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Con este Trabajo Final de Máster se busca:

- Analizar y observar el impacto que tiene la suplementación de creatina en los diferentes aspectos cognitivos y en el rendimiento físico, mayoritariamente la fuerza, de la persona mayor de 45 años.

### **2.2. Objetivos específicos**

Dentro del objetivo general del trabajo podemos encontrar varios objetivos más específicos:

- Analizar si el uso de creatina es seguro.
- Observar si existe diferente impacto de la suplementación en función del género y la edad.
- Observar cual es la dosis más recomendable de creatina y su formato para obtener la mejora.

### 3. Preguntas investigables

- ¿La suplementación con creatina mejora el rendimiento físico y, en caso afirmativo, que cantidad es necesaria y cuáles los aspectos en que mejora?
- ¿La suplementación con creatina mejora la función cognitiva de las personas y, en caso afirmativo, en que dosis es necesaria y que aspectos cognitivo mejora?
- ¿Se observan mayores mejoras en la cognición en personas más ancianas en comparación a los adultos?
- ¿La suplementación con creatina mejora los diferentes aspectos a estudiar independientemente del sexo de la persona?

## 4. Metodología

A continuación, se expone la metodología utilizada para la elaboración del trabajo

### 4.1. Bases de datos

Para realizar la búsqueda de los diferentes artículos científicos se ha acudido al portal *PubMed*, una prestigiosa base de datos. Se han realizado las siguientes búsquedas: *Creatine supplementation AND (performance OR strength)*, *Creatine AND (cognition OR "cognitive function")*. Además, se han realizado búsquedas con las palabras *creatine*, *ergogenic aids*, *strength*, *memory* y *aging* para obtener información relevante de la temática. Siempre que se ha realizado una búsqueda se ha querido agrupar los artículos por su tipo seleccionando aquellos de mayor calidad (2):

- Metaanálisis
- Revisiones sistemáticas
- Ensayos clínicos controlados

Para observar el impacto de la creatina en los diferentes aspectos se analizan principalmente los diferentes ensayos, mientras que para explicar aspectos teóricos se acude a los metaanálisis, revisiones sistemáticas, guías clínicas o protocolos realizados por organismos o instituciones de referencia, cómo pueden ser la FEMEDE o el AIS.

Para finalizar con este apartado, conviene aclarar que la búsqueda de artículos se inició a mediados de marzo de 2021 y finalizó la última semana de mayo de 2021.

### 4.2. Criterios de Inclusión y Exclusión

Para la selección de los estudios y de los diferentes artículos he considerado apropiado realizar una serie de criterios:

#### Criterios de Inclusión

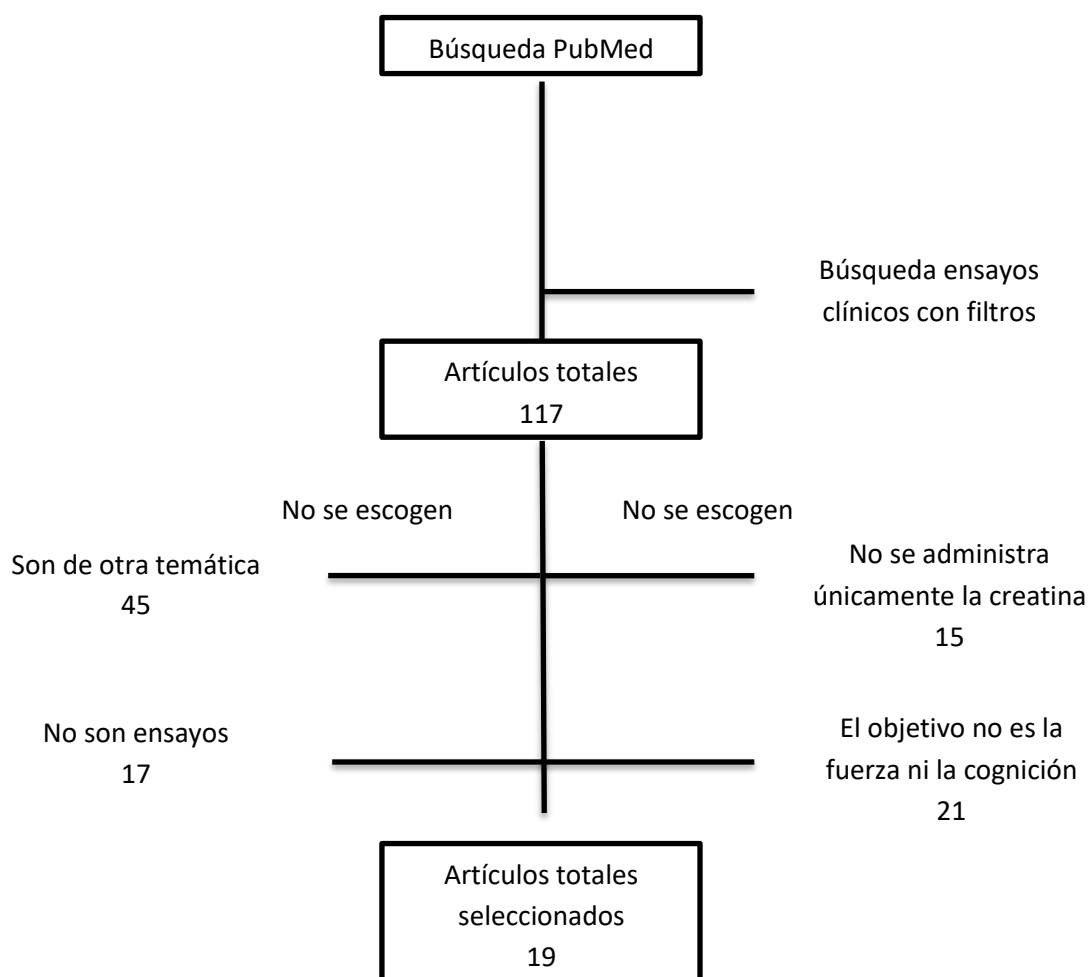
- Estudios realizados en humanos.
- Tipo de artículo especificado en el 4.1
- Estudios realizados en personas mayores a 45 años.

### Criterios de Exclusión

- Estudios que analizan la suplementación de creatina de forma conjunta a otro tipo de suplemento o sustancia, a excepción de aportar carbohidratos para mejorar la absorción.
- Artículos previos al año 2000.
- Se excluyen estudios que no sean clínicos.
- Se excluyen estudios que analicen la fuerza y/o rendimiento físico con programas de entrenamiento que no tengan un componente de fuerza (levantamiento de pesos, pruebas funcionales...)

### 4.3. Esquema

El esquema siguiente muestra los estudios controlados escogidos a partir de los cuales se encuentran los resultados. Por lo tanto, no aparecen artículos seleccionados que sean metaanálisis, revisiones sistemáticas u otro tipo de artículo cuya función sea enriquecer los conocimientos aportados respecto a la suplementación de creatina.



## 5. Resultados

A continuación, se hablarán de diferentes aspectos de interés con respecto a la suplementación de creatina y se analizarán los estudios realizados sobre el impacto en el rendimiento físico y la función cognitiva.

### 5.1. Suplementación con creatina. ¿Cómo se debe de hacer?

Una de las preguntas que nos pueden surgir cuando se inicia la suplementación con cualquier sustancia, es cómo se debe realizar para obtener los resultados deseados. Actualmente, existen dos protocolos muy parecidos avalados por la evidencia científica (2,4,12):

- Protocolo 1: se aportan aproximadamente 20g de creatina (o 0,3 g/kg peso corporal) en 4 tomas iguales durante 5-7 días, realizando lo que se conoce como fase de carga. A continuación, se aportarían entre 3 y 5g (o 0,03 g/kg peso corporal) de creatina en una sola dosis durante el período de suplementación deseado, siguiendo de esta manera lo que se conoce como fase de mantenimiento (2,4,12,13).
- Protocolo 2: en este protocolo se sigue un modelo más conservador en el cual no se realiza la fase de carga y se realiza únicamente la fase de mantenimiento, ingiriendo entre 3 y 5g. Parece que los resultados obtenidos serían los mismos, pero éstos se obtendrían más tarde (4 semanas) ya que los niveles de creatina irían aumentando de forma más progresiva (4,12).

Otro punto importante es que se recomienda ingerir simultáneamente una comida con proteínas y carbohidratos, o únicamente carbohidratos, que generen un aumento de insulina en sangre, para favorecer la entrada de creatina (4,12). Además, cuando se realiza el aporte de creatina en un día de entrenamiento, tanto de forma pre- o post-, también se favorece su entrada (4).

### 5.2. Conociendo los diferentes tipos de creatina

Hoy en día podemos encontrar muchos suplementos de creatina en el mercado, y es posible que algunos varíen la forma de creatina que ofrecen (12,14):

- Monohidrato de creatina o creatina monohidrato
- Creatina piruvato

- Creatina etil-éster
- Creatina citrato
- Creatina nitrato
- Otros

La variante más estudiada actualmente y que tiene mayor evidencia es el monohidrato de creatina ya que es la que ha demostrado provocar una mayor retención en los diferentes tejidos (12,14).

Se han realizado varios estudios intentando analizar si existe una mejor forma de aportar la creatina que no sea creatina monohidrato pero actualmente no se ha podido demostrar. La biodisponibilidad de la creatina monohidrato es muy cercana al 100% y apenas se degrada por el tracto gastrointestinal lo que facilita que pase a sangre en casi su totalidad, facilitando su entrada al músculo o diferentes tejidos (12,14,15).

Es por todo esto que cuando hablamos de suplementarse con creatina, la elección siempre suele ser la suplementación con creatina monohidrato ya que no existen motivos de peso para escoger otra forma (4).

### **5.3. ¿Es segura la suplementación con creatina?**

Otra de las mayores preocupaciones que una persona puede tener cuando decide suplementarse es conocer si se trata de una sustancia segura, de la cual su consumo no comporte un riesgo asociado para la salud del individuo.

Por suerte, la creatina es probablemente la ayuda ergogénica con más respaldo por parte de la ciencia en relación con la seguridad, por lo que a continuación observaremos diferentes aspectos de interés relacionados con esto.

#### **5.3.1. Seguridad de su consumo**

A lo largo de los años se han ido realizando muchos estudios que han intentado evaluar el impacto de la suplementación de creatina en varios órganos que podrían tener un mayor riesgo como el riñón, debido a que se encarga principalmente de eliminar la creatinina, producto derivado de las reacciones metabólicas de la creatina (12).

Existen estudios que han evaluado consumos de creatina a largo plazo de forma regular, como consumir 10 g/día durante casi 2 años, o hasta 30 g/día durante 5 años, y estos no han demostrado ningún efecto negativo importante en la salud. Si bien muchos

estudios suelen tener duraciones de pocas semanas, aquellos realizados durante meses o algunos años han demostrado que la suplementación no es un peligro y los casos que reportan algún impacto serio suelen ser de poca calidad y no reflejan la realidad (12,16).

Como forma de prevención se podría recomendar que personas con riesgo de sufrir enfermedades renales (hipertensión, diabetes, etc.) eviten una suplementación con dosis muy elevadas (16). Aunque según la *International Society of Sports Nutrition* avala que tanto la población sana como aquellos con un mayor riesgo puedan suplementarse con creatina siempre que se sigan las recomendaciones de consumo actuales (12).

Por lo tanto, podemos concluir que la suplementación de creatina cuando se siguen las recomendaciones generadas por las instituciones de referencia es segura (2,4,12,15,16).

### **5.3.2. Posibles efectos adversos**

Después de conocer que la suplementación es segura, existe la ligera posibilidad de sufrir pequeños riesgos adversos pero que no generan una gran preocupación y su aparición puede ser anecdótica, y dependiendo de cada persona (4,12,16,17).

Aun así, los principales efectos adversos pueden ser:

- Ganancia de peso: este efecto es seguramente el más común. Cuando se aumenta el aporte de creatina esto conlleva una mayor retención de agua en el músculo, derivando en un ligero aumento de peso de 1 o 2 kg. Además, cuando se suspende la suplementación el peso vuelve a su normalidad después de unas semanas (4).
- Molestias gastrointestinales: puede existir la posibilidad de padecer algunos leves síntomas gastrointestinales (pesadez, flatulencia, etc.) durante la suplementación pero esto puede ser provocado por una mala práctica del individuo, y no suele ser del todo común (4,17).

### **5.4. Creatina y rendimiento físico en personas mayores de 45 años**

Antes de expresar los resultados obtenidos por los estudios analizados, considero importante explicar de forma breve cómo funciona la creatina en el organismo, para

poder entender por qué la suplementación puede ayudar a mejorar el rendimiento y la fuerza de una persona.

#### **5.4.1. Creatina y músculo**

La creatina la podemos encontrar mayoritariamente (95%) en el músculo esquelético, con pequeñas concentraciones en el cerebro, testículos, ojos y riñones. Además, en el músculo la encontramos en forma de fosfocreatina o creatina libre (12,18,19).

La creatina en el músculo permite formar fosfocreatina a través de una reacción enzimática con creatina quinasa (CK) lo cual permite que se genere ATP y así aportar energía a los músculos. Además, después de usarse la fosfocreatina ésta vuelve al citosol de la célula para ayudar a seguir creando más ATP (12,18).

El aporte de esta energía si lo valoramos de forma cuantitativa no es muy elevado, pero la clave reside en que este aporte se realiza de forma muy rápida, sirviendo especialmente en ejercicios de máxima intensidad y de corta duración (<10s). Por lo tanto, si conseguimos aumentar la creatina muscular a partir de la suplementación, podremos mejorar la calidad de los ejercicios más explosivos y la repetición de éstos (4,12,18).



### 5.4.2. Estudios analizados creatina-fuerza-rendimiento físico

AUTOR	PARTICIPANTES	DURACIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Sales et.al. (2019) (20)	200 personas  Todas mujeres  Mujeres en postmenopausia y con osteopenia  58 años media	2 años	Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.  Grupo creatina: 3g creatina monohidrato al día (3 dosis).  Grupo placebo: 3g dextrosa al día (3 dosis).  Se realizan varias pruebas de esfuerzo: prueba para observar la fuerza de agarre, 10 sentadillas desde una silla, y un circuito donde hay que caminar 6 metros y sentarse.	En las pruebas de esfuerzo realizadas no se observan efectos significativos de la suplementación con creatina.
Bernat et.al. (2019) (21)	24 personas  Todos hombres  Personas sanas sin entrenamiento  59 años media	8 semanas	Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.  Grupo creatina: 0,1 g/kg creatina monohidrato/día + 0,1 g/kg maltodextrina/día.  Grupo placebo: 0,2 g/kg maltodextrina/día.  Se realiza un programa de entrenamiento de fuerza de alta velocidad (1-RM de extensiones de rodilla, press de banca, press de pierna, flexiones de codo y rodilla...)  La fase concéntrica del ejercicio se realiza lo más rápido posible y la fase excéntrica en 2 segundos.  Son 2 veces al día con varios sets al 80% del 1RM y dos minutos de descanso entre cada set.	Se observa una mayor fuerza muscular y también de firmeza muscular en ambos grupos.  Sin embargo, en el grupo con suplementación de creatina se obtuvieron mejores resultados en el press de pierna y una mayor mejora de fuerza global del tren inferior.
Cooke et.al. (2014) (22)	20 personas  Todos hombres	12 semanas	Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.	Se observan mejoras en el tejido muscular, mejor composición corporal y una mayor fuerza en ambos grupos. Sin embargo, el

	Personas sanas sin apenas entrenamiento  55-70 años		<p>Grupo creatina: 20g creatina monohidrato con 5g glucosa durante 7 días, seguidos de 0,1g/kg creatina con 5g glucosa en días de entrenamiento.</p> <p>Grupo placebo: 20g glucosa durante 7 días, seguidos de 5g glucosa en días de entrenamiento.</p> <p>Se realiza un programa de entrenamiento de fuerza de alta intensidad 3 veces a la semana (Press de banca, curl de bíceps, tríceps, prensa de pierna, extensión de pierna y curl de pierna). Se realizan 3 sets de 10 repeticiones al 75% de 1-RM con 1min descanso entre sets.</p>	consumo de creatina después del entrenamiento no genera diferencias entre los dos grupos, por lo que no mejora los resultados.
Wilkinson et.al. (2016) (23)	40 personas  Todos hombres  Personas con artritis reumatoide  60 años de media	24 semanas	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo creatina: 20g creatina monohidrato durante 5 días, seguido de 3g/día durante 12 semanas.</p> <p>Grupo placebo: 20g polvo placebo (bebida) con el mismo procedimiento.</p> <p>Los participantes siguen su rutina habitual</p> <p>Se realizan análisis de la composición corporal con bioimpedancia y estadiómetro. Con un dinamómetro, se realiza una extensión de rodilla para observar la fuerza. Además, se realizan pruebas de andar en línea recta y/o circuitos con sentadillas para observar la función muscular. También se realiza una prueba aeróbica con steps para valorar la frecuencia cardíaca.</p>	<p>Se pudo observar una ganancia de masa muscular en las extremidades durante la suplementación de creatina en las 12 semanas, pero esto no se tradujo en una mejoría de fuerza o función muscular.</p> <p>Por lo tanto, la suplementación podría ser útil para el mantenimiento y/o prevención de la masa muscular en este tipo de individuos.</p>
Aguiar et.al. (2013) (24)	18 personas  Todas mujeres  Personas sanas sin apenas entrenamiento  65 años de media	24 semanas  12 semanas sin suplementación y después 12 con semanas de creatina o placebo	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo creatina: 5g creatina monohidrato/día.</p> <p>Grupo placebo: 5g maltodextrina/día.</p> <p>Se realizan ejercicios que involucren los grandes grupos musculares 3 veces a la semana (press de banca, curl de bíceps, crunch, jalones...) y después se hacen pruebas de 1-RM de varios ejercicios (extensión rodilla, press de</p>	Con la suplementación de creatina se observaron mejoras en comparación al grupo placebo en las 3 pruebas del 1-RM, además de obtener una ganancia de masa muscular y un mayor rendimiento en las pruebas funcionales

			<p>banca y curl de bíceps) y también pruebas funcionales como levantarse del suelo.</p> <p>Mayoritariamente el entrenamiento consiste en 2 sets de 10-15 repeticiones con 60 y 120s de descanso.</p>	
Candow et.al. (2015) (25)	<p>39 personas</p> <p>22 mujeres y 17 hombres</p> <p>Personas sanas sin apenas entrenamiento, mujeres post menopausia</p> <p>50-71 años</p>	32 semanas	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo 1: 0,1g/kg creatina antes del entreno y 0,1g/kg maltodextrina después.</p> <p>Grupo 2: 0,1g/kg maltodextrina antes del entreno y 0,1g/kg creatina después.</p> <p>Grupo 3: 0,1g/kg maltodextrina antes y después.</p> <p>Se realiza un entrenamiento de fuerza, con 3 sets de 10 repeticiones y 1-2min descanso (press de pierna, press banca, extensión de triceps, espalda y pierna, curl bíceps...)</p> <p>Se analiza la composición corporal y se observa la fuerza a través del press de pierna y press de banca a 1-RM.</p>	<p>Se observa un aumento de la fuerza muscular y un mayor aumento de masa muscular en el grupo con creatina, con independencia del momento de ingesta, en comparación con el placebo.</p>
Brose et.al. (2003) (26)	<p>28 personas</p> <p>13 mujeres y 15 hombres</p> <p>Personas sanas</p> <p>&gt;65 años (68 años de media)</p>	14 semanas	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo creatina: 5g creatina monohidrato + 2g dextrosa al día.</p> <p>Grupo placebo: 7g dextrosa al día.</p> <p>Se realiza un entrenamiento de fuerza 3 veces a la semana, con 12 ejercicios que evalúen el tronco y el tren inferior. Se realizan 1-3 sets de 10-12 repeticiones (50-80% 1RM).</p> <p>Se analiza la fuerza con 4 ejercicios diferentes al 1RM, ejercicios de agarre, extensión de rodilla y dorsiflexión para la fuerza isométrica y también ejercicios funcionales como levantarse de la silla durante 30s y/o subir escaleras.</p>	<p>En el grupo con creatina se observa un mayor aumento de masa muscular y una mejor fuerza isométrica en la extensión de rodilla y la dorsiflexión, pero solo en hombres.</p>

<p>Baker et.al. (2016) (27)</p>	<p>9 personas</p> <p>Todos hombres</p> <p>Personas sanas sin entrenamiento previo</p> <p>54,8 años ± 4,3 años</p>	<p>2 semanas</p> <p>1 semana de separación entre grupos.</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego, cruzado</p> <p>Grupo creatina: 1 dosis 20g <i>creapure</i> (creatina monohidrato).</p> <p>Grupo placebo: 1 dosis 20g maltodextrina.</p> <p>Se realiza un entrenamiento de fuerza con press de pierna y press de banca, 3 sets al 70% 1 RM hasta la fatiga.</p>	<p>No se encuentran diferencias significativas entre los 2 grupos y no se obtiene mejoría.</p>
<p>Candow et.al. (2014) (28)</p>	<p>22 personas</p> <p>9 hombres y 13 mujeres</p> <p>Personas sanas sin entrenamiento previo</p> <p>50-64 años</p>	<p>12 semanas</p> <p>Aporte de creatina y/o placebo solo en días de entrenamiento</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo 1: 0,1g/kg creatina antes y 0,1g/kg placebo después del entrenamiento.</p> <p>Grupo 2: 0,1g/kg placebo antes y 0,1g/kg creatina después del entrenamiento.</p> <p>Se realiza un entrenamiento de fuerza tipo <i>full-body</i> 3 veces a la semana. Se realizan 3 sets de 10 repeticiones con 2 minutos de descanso a una intensidad máxima. Los ejercicios son (flexión de rodilla, extensión de tríceps, curl de bíceps, press de pierna, press de banca...)</p> <p>Se analiza la firmeza con ultrasonidos, y se analiza la fuerza muscular con press de pierna y press de banca al 1 RM.</p>	<p>En ambos grupos se encuentra mejoría respecto a la fuerza muscular, y una mayor cantidad de masa magra. No se observan diferencias entre ambos grupos por lo que se podría concluir que el momento de ingesta de creatina no es muy relevante.</p>
<p>Chami et.al. (2019) (29)</p>	<p>33 personas</p> <p>No se especifica la cantidad de hombres y mujeres en el estudio</p> <p>Personas sanas sin entrenamiento</p>	<p>10 días</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo 1: 0,3g/kg creatina y 0,1g/kg maltodextrina al día</p> <p>Grupo 2: 0,1g/kg creatina y 0,3g/kg maltodextrina al día</p> <p>Grupo 3: 0,4g/kg maltodextrina al día</p>	<p>Se observa una mayor ganancia de fuerza en los diferentes ejercicios, pero no hay una mejora en la prueba funcional de caminar hacia atrás. Además, no existen diferencias entre los diferentes grupos, sugiriendo un nulo impacto por parte de la creatina.</p>

	previo con ligero sobrepeso (28 IMC)  58 años media		En este estudio los individuos no siguen un programa de entrenamiento específico, ya que siguen sus patrones normales.  Para evaluar la fuerza y el rendimiento, se hacen pruebas con press de pierna, press de banca (tanto para fuerza como para resistencia) y también caminar hacia atrás de forma rápida.	
Stout et.al. (2007) (30)	15 personas  7 hombres y 8 mujeres  Personas sanas sin entrenamiento previo  74 años media	10 semanas  14 días de suplementación con 4-6 semanas separación	Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego, cruzado.  Grupo creatina: 20g creatina citrato durante 1 semana (4 dosis) y 10g creatina citrato durante la semana siguiente (2 dosis).  Grupo 2: misma metodología con placebo (pastilla efervescente).  Se realiza una prueba en un cicloergómetro, una prueba de fuerza de agarre y 30s de levantarse y sentarse para evaluar la fuerza del tren inferior. Además, también se evaluó la composición corporal.	En el período de suplementación de creatina se observa una mejora en la prueba del cicloergómetro y la fuerza de agarre, mientras esto no ocurre durante el placebo. No se observan cambios en el peso corporal y en la prueba funcional de la silla.
Gotshalk et.al (2002) (31)	18 personas  Todos hombres  Personas sanas sin entrenamiento previo  59-73 años	5 semanas  3 semanas de familiarización con los tests, 1 semana sin suplementación y 1 semana con suplementación de creatina o placebo	Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.  Grupo creatina: 0,3g/kg creatina monohidrato durante 1 semana (3 dosis).  Grupo placebo: 0,3g/kg placebo (polvo celulosa) (3 dosis).  En las pruebas realizadas encontramos: press de pierna (1RM), levantarse y sentarse de una silla, extensión y flexión de rodilla de forma isométrica, press de banca (1RM) y una prueba con un ergómetro enfocado al tren inferior.	Después de las 3 semanas no se observan mejoras importantes a excepción de la flexión de rodilla.  Una vez se realiza la suplementación sí se observan unas mayores mejoras en las diferentes pruebas: fuerza isométrica, pruebas funcionales, capacidad del tren inferior, mayor potencia, etc. Estas mejoras son aún más grandes en el grupo de la suplementación con creatina.
Gualano et.al. (2014) (32)	60 personas  Todas mujeres	24 semanas	Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego, paralelo.	Se observa una mayor mejora en la fuerza de los grupos que combinan la creatina y el entrenamiento, y es ligeramente superior al grupo de placebo con

	<p>Mujeres post-menopausia con osteoporosis u osteopenia sin entrenamiento</p> <p>&gt; 60 años</p>	<p>Grupo 1: placebo</p> <p>Grupo 2: creatina</p> <p>Grupo 3: placebo + entrenamiento</p> <p>Grupo 4: creatina + entrenamiento</p>	<p>Grupos creatina: 20g creatina monohidrato durante 5 días (4 dosis) y 5g creatina durante las 23 semanas siguientes.</p> <p>Grupos placebo: misma metodología con dextrosa.</p> <p>En los dos grupos con programa de entrenamiento de fuerza, se realizan 2 veces a la semana con 3 sets de 8-12 repeticiones. Se realizan sentadillas, press de pierna, jalón, remo, press de banca y extensiones de piernas.</p> <p>Para analizar el impacto se realizan pruebas de 1-RM para el press de banca y press de pierna. Además, se realizan pruebas funcionales como levantarse y sentarse de la silla y también caminar.</p>	<p>entrenamiento. Por lo tanto, la creatina cuando está asociada a un entrenamiento ayuda a mejorar la función muscular y también la masa magra.</p>
<p>Johannsmeyer et.al. (2016) (33)</p>	<p>31 personas</p> <p>14 mujeres y 17 hombres</p> <p>Personas sanas</p> <p>58 años media</p>	<p>12 semanas</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo creatina: 0,1 g/kg creatina monohidrato y 0,1g/kg maltodextrina al día.</p> <p>Grupo placebo: 0,2 g/kg maltodextrina al día.</p> <p>Se realiza un entrenamiento de fuerza tipo <i>drop-set</i> (se baja el peso con los sets). Son 4 ejercicios con máquinas (press de banca, jalón, sentadilla y press de pierna). Se realizan 2 sets en total donde se combinan repeticiones al 80% del 1 RM y 30% del 1 RM, sin descanso entre ellas. Hay 2 minutos de descanso entre los 2 sets.</p> <p>Para analizar el impacto se realizan pruebas de 1-RM de los 4 ejercicios realizados. También se realiza una prueba de fuerza de agarre y de equilibrio.</p>	<p>En el grupo con creatina se observa un incremento de la masa muscular y también una mayor capacidad de entreno.</p> <p>Además, estas diferencias se encuentran de forma más significativa en los hombres, mientras que las mejoras no son tan notorias en las mujeres.</p>

## 5.5. Creatina y cognición en personas mayores de 45 años

Antes de exponer los estudios, quiero explicar la relación que tiene la creatina y el cerebro para así poder entender mejor como puede impactar la suplementación en la cognición de una persona.

### 5.5.1. Creatina y cerebro

Las cantidades que encontramos de creatina en el cerebro son mucho más menores que en el músculo, pero ésta tiene un gran impacto en la producción de energía. Cabe recordar que la deficiencia de creatina en el cerebro se ha asociado con patologías de desarrollo y del estado mental (11,34):

- Dificultades para aprender
- Autismo
- Retraso mental

Además, mantener la homeostasis de ATP en el cerebro es clave para momentos o períodos donde se necesite aportar esta energía de forma rápida. Por ejemplo, en un estudio reciente de 2019 se observó una mejora en la recuperación en personas que habían sufrido un traumatismo cerebral leve, reduciendo la inflamación, el daño del nervio y mejorando otros aspectos como el comportamiento, los mareos o la fatiga (4,11).

La producción de creatina en el cerebro se realiza en el sistema nervioso y también encontramos transportadores ubicados en la barrera hematoencefálica, neuronas y oligodendrocitos, por lo que la concentración puede depender de la producción endógena y de la obtención a partir de otros órganos y/o dieta. Cabe indicar que no se han encontrado grandes diferencias de creatina en el cerebro entre omnívoros y vegetarianos mientras que en el músculo sí las hay, por lo que el aporte de forma exógena (dieta por ejemplo) podría generar menos cambios en el cerebro, provocando que las dosis recomendadas para mejorar el rendimiento físico puedan no ser las adecuadas en este ámbito (11).

### 5.5.2. Estudios analizados creatina-cognición

AUTOR	PARTICIPANTES	DURACIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Alves et.al (2013) (35)	28 personas  Todas mujeres  Personas con fibromialgia  49 ± 10 años	16 semanas	Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.  Grupo creatina: 20g creatina monohidrato 5 días (4 dosis), después 5g/día.  Grupo placebo: Lo mismo, pero de dextrosa.  Se realizan varias pruebas de cognición: Mini-Mental State Examination, Stroop Test, Trail-Making Test, Digit Span Test y Delayed Recall Test.	No se encuentran cambios significativos en las respuestas después de la suplementación con creatina a excepción del Delayed Recall Test, donde si existe una mejora.
McMorris et.al. (2007) (36)	32 personas  16 hombres, 16 mujeres  Personas sanas  76,4 ± 8,48 años	14 días	Ensayo clínico doble ciego  Grupo creatina: 7 días de 20g placebo, después 20g creatina monohidrato durante 7 días (4 dosis).  Grupo placebo: 14 días de 20g placebo (4 dosis).  Se realizan pruebas verbales y de espacio, también de memoria.	El estudio realizado demuestra una mejora en tareas de cognición, pero no en todas. En la prueba donde se deben decir números del 1 al 9 de forma aleatoria no se observa mejoría.  En otras pruebas de memoria donde se debe retener información durante un corto período de tiempo si se observa una mejoría, tanto para los números como para recordar la organización de un espacio. Esto podría indicar que la suplementación de creatina puede afectar a diferentes partes del cerebro de forma diferente



Alves et.al. (2013) (37)	56 personas  Todas mujeres  Personas sanas  66,8 años (60-80 años)	24 semanas	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego, paralelo.</p> <p>Grupo 1: 20g dextrosa (4 dosis) durante 5 días, seguidos de 5g/día.</p> <p>Grupo 2: 20g creatina monohidrato (4 dosis) durante 5 días, seguidos de 5g/día.</p> <p>Grupo 3: 20g dextrosa (4 dosis) durante 5 días, seguidos de 5g/día asociado a un entrenamiento de fuerza.</p> <p>Grupo 4: 20g creatina monohidrato (4 dosis) durante 5 días, seguidos de 5g/día asociado a un entrenamiento de fuerza.</p> <p>Respecto a las pruebas de cognición, se utilizan Mini-Mental State Examination, Stroop Test, Trail-Making Test, Digit Span Test y Delayed Recall Test.</p>	No se encuentran mejoras significativas en la cognición cuando se realiza una suplementación de creatina por sí misma, y tampoco cuando está asociada a un programa de entrenamiento
Toniolo et.al. (2017) (38)	35 personas  70% mujeres  Personas con trastorno bipolar ( <i>bipolar depression</i> )  44 ± 10 años (cerca del límite propuesto en el trabajo)	6 semanas	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego.</p> <p>Grupo creatina: 6g creatina monohidrato/día.</p> <p>Grupo placebo: 6g almidón como placebo/día.</p> <p>Se realizan varias pruebas de cognición: Wisconsin Card Sorting Test, Digit Span Test, Stroop color-word test, Rey-Osterrieth complex figure test y FAS verbal fluency test.</p>	En la mayor parte de los test realizados no se encuentra una clara mejoría a excepción del test que evalúa la fluidez del habla, donde la suplementación con creatina sí mejora los resultados de forma significativa.
Turner et.al. (2015) (39)	15 personas  10 hombres y 5 mujeres	7 semanas  Período de limpieza de 5 semanas para que las concentraciones de creatina	<p>Ensayo clínico aleatorizado con doble ciego, cruzado.</p> <p>Grupo creatina: 20g creatina monohidrato 7 días (4 dosis).</p> <p>Grupo placebo: 20g placebo 7 días (4 dosis).</p>	Se encuentra que todos los participantes que realizan la suplementación con creatina ven aumentada su concentración en el cerebro en comparación con el placebo. Se refleja que, en una situación de hipoxia, la suplementación con creatina

	<p>Personas sanas simulando una situación de hipoxia</p> <p>Media de 31 años, pero se incluyen personas de hasta 55 años, es por eso por lo que decido incluir este estudio, aunque los resultados puedan ser no representativos de la población objetivo.</p>	<p>vuelvan al estado previo</p>	<p>Se realizan numerosas pruebas para la función neurofisiológica: memoria visual y verbal, Stroop test, pruebas de atención y de capacidad de reacción. El objetivo es encontrar diferentes puntuaciones que reflejen el estado de las diferentes funciones cognitivas.</p>	<p>puede servir para contrarrestar estos efectos, ayudando a mantener las funciones cognitivas.</p> <p>Por lo tanto, podríamos concluir que la creatina puede tener un efecto neuro protector cuando la provisión de energía se puede ver afectada, como por ejemplo en la hipoxia.</p>
--	--	---------------------------------	--	---

## 6. Discusión

A continuación, se discuten y se interpretan los resultados recopilados en las tablas que encontramos en los apartados 5.4.2 y 5.5.2, analizando el impacto de la creatina en la fuerza y/o rendimiento físico y la cognición, respectivamente.

### 6.1. Estudios de fuerza y rendimiento

Encontramos un total de 14 estudios con una temporalidad de estudio diversa, diferentes dosis de la creatina, así como en los participantes, habiendo estudios formados exclusivamente por el mismo género y con diferencias en la edad.

Aun así, de los 14 estudios encontramos resultados significativamente positivos en 10 estudios, más de la mitad. Sin embargo, es probable que el diseño de los 4 estudios que no muestran beneficios no sean del todo correctos:

- En el estudio de *Sales* (20) es probable que no se observen mejoras significativas ya que durante el estudio de 2 años no se incorporó un programa de entrenamiento, el cual parece tener un papel importante para que se puedan apreciar mejor los efectos de la creatina (40,41).
- En los 3 estudios restantes, no encontramos mejoría probablemente porque las dosis de creatina no están acordes con las recomendaciones de mayor evidencia (4):
  - *Cooke* (22) no encuentra diferencias entre los 2 grupos probablemente porque la dosis de creatina de 0,1g/kg solo se da en los días de entrenamiento (3 veces) y no durante todos los días.
  - En el estudio de *Baker* (27), formado únicamente por 9 personas y de 2 semanas de duración, únicamente se da 1 dosis de 20g de creatina a los grupos, en lugar de realizar una fase de carga durante 5 o 7 días lo cual puede dificultar la aparición de la mejora tanto por parte del entrenamiento como por parte de la creatina (4).
  - Por último, el estudio de *Chami* (29) el cual también dura únicamente 10 días, se aporta una dosis (0,1 g/kg y 0,3 g/kg) que no acaba de llegar a la cantidad recomendada para una fase de carga (20g) y que sumado a la poca duración del estudio es probable que no se pudiese apreciar aún el efecto.

Por lo tanto, podríamos decir que los beneficios recogidos en la tabla que hacen referencia a diferentes parámetros como la masa muscular, la fuerza o el rendimiento físico están en

sintonía con la evidencia reciente de mayor calidad. En metaanálisis y revisiones sistemáticas que analizan el impacto de la creatina en personas mayores también llegan a la conclusión que los efectos de la creatina para la mejora de fuerza son evidentes, y por lo tanto es recomendable la suplementación, sobre todo durante un período de entrenamiento (6,7,10,12,42).

Otro aspecto interesante que se ha podido observar en algunos estudios (25,28) y que está acorde con las recomendaciones (4) es que el momento de la ingesta de la creatina en las horas cercanas del entrenamiento (pre- o post-) no determina que aparezca o no el beneficio por lo que se podría consumir tanto antes como después, dependiendo de la preferencia de la persona.

Un problema que también se han encontrado algunos meta-análisis y revisiones sistemáticas (6,7) es que apenas existen estudios que busquen comparar los resultados obtenidos en función del género ya que, como se puede apreciar en la tabla, aparecen varios ensayos formados únicamente por hombres o mujeres. En este caso, hay 2 estudios (26,33) que mencionan que los beneficios son ligeramente mayores en los hombres, mientras que en estudios formados únicamente por mujeres sí se han observado mejoras por lo que es difícil extraer conclusiones sobre si la creatina beneficia más a un género u otro.

Por último, al existir una heterogeneidad entre los diferentes estudios también resulta complicado encontrar si la creatina ha beneficiado más a una persona de 50 años que a una de 70, ya que se tratan de personas que se encuentran expuestas a entornos y agentes externos totalmente diferentes. También se ha podido observar que los estudios de la creatina se han realizado principalmente en población más joven (18-30 años), pero en la población mayor se han podido observar beneficios similares (6,7).

## **6.2. Estudios de cognición**

En este caso, tan sólo encontramos un total de 5 estudios ya que se trata de una línea de investigación muy reciente que con el avance de la ciencia está levantando mucho interés ya sus que beneficios podrían suponer importantes beneficios para las personas más mayores (4,11).

Como se puede apreciar, apenas se observan mejoras significativas en los estudios a excepción de algún test del habla, o en pruebas donde se analiza la memoria a corto plazo (35–38). Sin embargo, en el estudio de *Turner* (39) donde se coloca a los participantes (con una media más joven que el público objetivo) en una situación de hipoxia y se observa

que con la suplementación de creatina se disminuye el deterioro cognitivo en este entorno, dándole un efecto neuroprotector. Esto resulta interesante porque teóricamente, esto podría ayudar a combatir situaciones neurodegenerativas donde el metabolismo energético se vea afectado (11,43).

Si bien parece que las mayores mejoras las encontramos en situaciones estresantes y no observando cambios en situaciones normales. La evidencia actual sugiere que los beneficios de la creatina en el cerebro aparecen en situaciones más extremas como la hipoxia, insomnio, ejercicio exhaustivo y con la aparición de alteraciones en el organismo como disfunciones mitocondriales o de membrana. Además, tal y como aparecen en los 5 estudios, la dosis de creatina recomendada para los beneficios cognitivos no se conoce, ya que es probable que esta deba ser es mayor cantidad y de forma más prolongada en comparación con su uso para la mejora muscular (4,11,43).

### **6.3. Limitaciones de la revisión**

En el trabajo realizado podemos encontrar varias limitaciones que pueden afectar a la veracidad de las conclusiones y observaciones extraídas:

- Sólo se ha acudido a la base de datos Pubmed, provocando que se hayan omitido y/o no seleccionado diferentes artículos que cumplieren los criterios.
- No hay homogeneidad entre los estudios (duración de estos, estado de los participantes o la metodología empleada), por lo que los resultados observados pueden variar debido a los cambios mencionados.
- Únicamente se han incluido estudios clínicos, disminuyendo la información obtenida que podría haber sido complementada con otro tipo de estudios de carácter observacional, especialmente para el apartado cognitivo, donde solo se han incluido 5 estudios.

## 7. Aplicabilidad y nuevas líneas de investigación

Con los resultados de los estudios seleccionados podemos observar que las recomendaciones actuales para la suplementación con creatina son perfectamente aplicables y recomendables para personas mayores de 45 años que busquen una mejora en su rendimiento deportivo o mejoras de fuerza y/o masa muscular. Por lo tanto, es recomendable que se sigan realizando estudios para reforzar esta idea, pero se podría modificar el enfoque de estos y analizar otros aspectos como la diferencia de respuesta entre hombres y mujeres, o entre grupos de edad y/o personas con patologías determinadas.

Sin embargo, esto mismo no puede ser dicho para el apartado de cognición ya que como se ha podido observar la evidencia actual es bastante limitada y no se ha podido encontrar aún la dosis recomendada y durante cuánto tiempo debería ser administrada.

Después de haber analizado la evidencia científica, considero que el futuro de la investigación sobre la suplementación con creatina recae sobre sus efectos a nivel cognitivo, donde se realicen varias pruebas de memoria, de capacidad de reacción, de análisis del entorno y/u otros aspectos neurofisiológicos. Aunque sería recomendable realizarlo en todos los grupos de edad, quizás sería más importante realizar los estudios en personas de edades más avanzadas para analizar el posible papel preventivo que pueda tener la creatina monohidrato en enfermedades neurodegenerativas.

A continuación, se muestra una propuesta de estudio científico para analizar el impacto en la cognición sería:

<b>Propuesta estudio científico para la cognición</b>	
<b>Diseño y tipo</b>	Estudio aleatorizado de doble ciego, con grupo placebo y de tipo paralelo.
<b>Duración</b>	1 año.
<b>Población diana</b>	Hombres y mujeres de 50-80 años en correcto estado de salud, sin patologías graves existentes y que no hagan ejercicio físico de forma recurrente.
<b>Tamaño</b>	100-200 personas
<b>Grupos</b>	<p>4 grupos iguales o parecidos en cantidad de hombres y mujeres y media de edad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo 1: 20g glucosa durante 7 días, y 10g glucosa los días siguientes.</li> <li>• Grupo 2: 20g glucosa durante 7 días, y 5g glucosa los días siguientes.</li> <li>• Grupo 3: 20g creatina monohidrato durante 7 días, y 10g los días siguientes.</li> <li>• Grupo 4: 20g creatina monohidrato durante 7 días, y 5g los días siguientes.</li> </ul>
<b>Pruebas cognición</b>	<p>Realizaremos diferentes pruebas para valorar el rendimiento cognitivo (44):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mini-Mental State Examination: conjunto de pruebas para analizar la capacidad de recordar y también para la orientación.</li> <li>• Memory Impairment Screen: sirve para observar la capacidad de memoria a través de la lectura, y de otras palabras.</li> <li>• Montreal Cognitive Examination: es un conjunto de pruebas que analizan la atención, el recuerdo, la orientación y el lenguaje.</li> <li>• Verbal fluency test: Análisis de la capacidad de habla de forma cualitativa y cuantitativa.</li> <li>• Test del Reloj: para observar la capacidad de analizar los entornos.</li> </ul>
<b>Análisis datos</b>	<p>Se realizarán 2 recordatorios de 24h (un día laboral y otro festivo) al principio del estudio y después cada 2 meses.</p> <p>Para analizar los datos de cognición, se realizarán las pruebas el día de inicio y después cada 2 meses.</p> <p>Se indica a las personas que sigan su rutina habitual.</p> <p>Se compararán la evolución de las respuestas entre ellas para observar si existen mejoras y en caso de aparecer, cuando lo hacen.</p>

## 8. Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se ha podido apreciar el papel beneficioso que tiene la suplementación con creatina sobre la fuerza, el rendimiento físico y la masa muscular de las personas mayores de 45 años. Sin embargo, a nivel cognitivo no se han apreciado grandes mejoras en todos los estudios, aunque algunos resultados son prometedores. Aun así, la seguridad y la gran evidencia detrás de la creatina permiten su recomendación a todas las edades siguiendo las dosis recomendadas por las organizaciones de referencia.

Respecto a los objetivos específicos y las preguntas investigables del trabajo:

- La suplementación de creatina monohidrato con los protocolos indicados por las instituciones de referencia es, actualmente, segura y la más efectiva.
- Los estudios analizados y la evidencia científica parecen indicar que no hay diferencias significativas en los beneficios de la creatina en función del género y tampoco por diferencias de edad.
- La limitación de los estudios del aspecto cognitivo no permite observar diferencias en las mejoras cognitivas entre los diferentes rangos de edad.

Para finalizar, se debe promover la investigación sobre la suplementación con creatina en personas mayores; sobre todo en el área cognitiva donde la evidencia actual se encuentra limitada, pero con mucho futuro por delante.



## 9. Bibliografía

1. Gil-Antuñano NP et al. Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico. *Arch Med del Deport.* 2011;XXIX(Suplemento 1):1–76.
2. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med.* 2018;52(7):439–55.
3. Heffernan SM, Horner K, De Vito G, Conway GE. The role of mineral and trace element supplementation in exercise and athletic performance: a systematic review. *Nutrients.* 2019;11(3).
4. Australian Institute of Sport. Ais Sports Supplement Framework: Creatine Monohydrate. 2021;1–4.
5. Australian Institute of Sport. Supplements and Sports Food in High Performance Sport: Australian Institute of Sport Position Statement. 2021;(March):1–9.
6. Lanhers C, Pereira B, Naughton G, Trousselard M, Lesage FX, Dutheil F. Creatine Supplementation and Upper Limb Strength Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2017;47(1):163–73.
7. Lanhers C, Pereira B, Naughton G, Trousselard M, Lesage FX, Dutheil F. Creatine Supplementation and Lower Limb Strength Performance: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Sport Med.* 2015;45(9):1285–94.
8. Mielgo-Ayuso J, Calleja-Gonzalez J, Marqués-Jiménez D, Caballero-García A, Córdova A, Fernández-Lázaro D. Effects of creatine supplementation on athletic performance in soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 2019;11(4):1–17.
9. Kaviani M, Shaw K, Chilibeck PD. Benefits of creatine supplementation for vegetarians compared to omnivorous athletes: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(9):1–14.
10. Stares A, Bains M. The Additive Effects of Creatine Supplementation and Exercise Training in an Aging Population: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *J Geriatr Phys Ther.* 2020;43(2):99–112.

11. Roschel H, Gualano B, Ostojic SM, Rawson ES. Creatine supplementation and brain health. *Nutrients*. 2021;13(2):1–10.
12. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14(1).
13. Hall M, Trojian TH. Creatine supplementation. *Curr Sports Med Rep*. 2013;12(4):240–4.
14. Jäger R, Harris RC, Purpura M, Francaux M. Comparison of new forms of creatine in raising plasma creatine levels. *J Int Soc Sports Nutr*. 2007;4(May 2014).
15. Jäger R, Purpura M, Shao A, Inoue T, Kreider RB. Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino Acids*. 2011;40(5):1369–83.
16. Kim HJ, Kim CK, Carpentier A, Poortmans JR. Studies on the safety of creatine supplementation. *Amino Acids*. 2011;40(5):1409–18.
17. de Guingand DL, Palmer KR, Snow RJ, Davies-Tuck ML, Ellery SJ. Risk of adverse outcomes in females taking oral creatine monohydrate: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2020;12(6):1–26.
18. Moon A, Heywood L, Rutherford S, Cobbold S. Creatine Supplementation in the Elderly: is Resistance Training Really Needed? *J Nutr Heal Sci*. 2015;2(2).
19. Persky AM, Brazeau GA, Hochhaus G. Pharmacokinetics of the dietary supplement creatine. *Clin Pharmacokinet*. 2003;42(6):557–74.
20. Sales LP, Pinto AJ, Rodrigues SF, Alvarenga JC, Gonçalves N, Sampaio-Barros MM, Benatti FB, Gualano B RPR. Creatine Supplementation (3 g/d) and Bone Health in Older Women: A 2-Year, Randomized, Placebo-Controlled Trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2019;75(5):931–8.
21. Bernat P, Candow DG, Gryzb K, Butchart S, Schoenfeld BJ BP. Effects of high-velocity resistance training and creatine supplementation in untrained healthy aging males. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2019;44(11):1246–53.
22. Cooke MB, Brabham B, Buford TW, Shelmadine BD, McPheeters M, Hudson GM, et al. Creatine supplementation post-exercise does not enhance training-induced adaptations in middle to older aged males. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114(6):1321–

- 32.
23. Wilkinson TJ, Lemmey AB, Jones JG, Sheikh F, Ahmad YA, Chitale S, et al. Can Creatine Supplementation Improve Body Composition and Objective Physical Function in Rheumatoid Arthritis Patients? A Randomized Controlled Trial. *Arthritis Care Res.* 2016;68(6):729–37.
  24. Aguiar AF, Januário RSB, Junior RP, Gerage AM, Pina FLC, Do Nascimento MA, et al. Long-term creatine supplementation improves muscular performance during resistance training in older women. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(4):987–96.
  25. Candow DG, Vogt E, Johannsmeyer S, Forbes SC, Farthing JP. Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(7):689–94.
  26. Brose A, Parise G, Tarnopolsky MA. Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise training in older adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(1):11–9.
  27. Baker TP, Candow DG, Farthing JP. Effect of Preexercise Creatine Ingestion on Muscle Performance in Healthy Aging Males. *J Strength Cond Res.* 2016;30(6):1763–6.
  28. Candow DG, Zello GA, Ling B, Farthing JP, Chilibeck PD, McLeod K, et al. Comparison of creatine supplementation before versus after supervised resistance training in healthy older adults. *Res Sport Med.* 2014;22(1):61–74.
  29. Chami J, Candow DG. Effect of Creatine Supplementation Dosing Strategies on Aging Muscle Performance. *J Nutr Heal Aging.* 2019;23(3):281–5.
  30. Stout JR, Sue Graves B, Cramer JT, Goldstein ER, Costa PB, Smith AE, et al. Effects of creatine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue threshold and muscle strength in elderly men and women (64-86 years). *J Nutr Heal Aging.* 2007;11(6):459–64.
  31. Gotshalk LA, Volek JS, Staron RS, Denegar CR, Hagerman FC, Kraemer WJ. Creatine supplementation improves muscular performance in older men. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(3):537–43.
  32. Gualano B, Macedo AR, Alves CRR, Roschel H, Benatti FB, Takayama L, et al.

- Creatine supplementation and resistance training in vulnerable older women: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Exp Gerontol.* 2014;53:7–15.
33. Johannsmeyer S, Candow DG, Brahms CM, Michel D, Zello GA. Effect of creatine supplementation and drop-set resistance training in untrained aging adults. *Exp Gerontol.* 2016;83:112–9.
  34. Rawson ES, Venezia AC. Use of creatine in the elderly and evidence for effects on cognitive function in young and old. *Amino Acids.* 2011;40(5):1349–62.
  35. Alves CRR, Santiago BM, Lima FR, Otaduy MCG, Calich AL, Tritto ACC, et al. Creatine supplementation in fibromyalgia: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Arthritis Care Res.* 2013;65(9):1449–59.
  36. McMorris T, Mielcarz G, Harris RC, Swain JP, Howard A. Creatine supplementation and cognitive performance in elderly individuals. *Aging, Neuropsychol Cogn.* 2007;14(5):517–28.
  37. Alves CRR, Merege Filho CAA, Benatti FB, Brucki S, Pereira RMR, de Sá Pinto AL, et al. Creatine Supplementation Associated or Not with Strength Training upon Emotional and Cognitive Measures in Older Women: A Randomized Double-Blind Study. *PLoS One.* 2013;8(10):1–10.
  38. Toniolo RA, Fernandes F de BF, Silva M, Dias R da S, Lafer B. Cognitive effects of creatine monohydrate adjunctive therapy in patients with bipolar depression: Results from a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Affect Disord.* 2017;224(November 2016):69–75.
  39. Turner CE, Byblow WD, Gant NN. Creatine Supplementation Enhances Corticomotor Excitability and Cognitive Performance during Oxygen Deprivation. *J Neurosci.* 2015;35(4):1773–80.
  40. A M, L H, S R, C C. Creatine Supplementation in the Elderly: is Resistance Training Really Needed? *J Nutr Heal Sci.* 2015;2(2).
  41. Dolan E, Artioli GG, Pereira RMR, Gualano B. Muscular atrophy and sarcopenia in the elderly: Is there a role for creatine supplementation? *Biomolecules.* 2019;9(11):1–13.

42. Gielen E, Beckwée D, Delaere A, De Breucker S, Vandewoude M, Bautmans I, et al. Nutritional interventions to improve muscle mass, muscle strength, and physical performance in older people: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Nutr Rev.* 2021;79(2):121–47.
43. Dolan E, Gualano B, Rawson ES. Beyond muscle: the effects of creatine supplementation on brain creatine, cognitive processing, and traumatic brain injury. *Eur J Sport Sci.* 2019;19(1):1–14.
44. Olazarán J, Hoyos-Alonso MC, del Ser T, Garrido Barral A, Conde-Sala JL, Bermejo-Pareja F, et al. Aplicación práctica de los test cognitivos breves. *Neurologia.* 2016;31(3):183–94.