

# EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE MAGNESIO EN RECUPERACIÓN MUSCULAR EN DEPORTISTAS

- Titulación: Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

- Curso académico 2024/2025
- Alumno: Pablo Peinado Bellido
- Tutor académico: Enrique Roche Collado

## 2. ÍNDICE PAGINADO

### Contenido

2. ÍNDICE PAGINADO .....	2
3. CONTEXTUALIZACIÓN .....	3
Qué es el magnesio.....	3
Síntesis, disposición, reservas y fuentes .....	3
Nivel .....	3
Funciones.....	3
Reparación y crecimiento muscular.....	4
Mineralización ósea .....	4
Almacenamiento .....	4
Suplementación.....	5
4. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA) .....	5
5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO) .....	6
6. DISCUSIÓN .....	8
7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	11
8. BIBLIOGRAFÍA.....	12
9. ANEXOS .....	13



### 3. CONTEXTUALIZACIÓN

#### Qué es el magnesio

El magnesio es un mineral esencial cofactor de 300 actividades enzimáticas importantes, que incluyen facilitar la producción de energía, conducción neuromuscular, contracción cardíaca, control de la glucemia, síntesis de proteínas, regulación de la presión arterial y el ritmo cardíaco. Además, es el cuarto catión más abundante del organismo por detrás del calcio, sodio y potasio.

#### Síntesis, disposición, reservas y fuentes

El magnesio en el organismo se obtiene a través de la dieta puesto que no se produce de forma natural. Una ingesta adecuada es necesaria para asegurar el equilibrio de sus funciones metabólicas.

El magnesio se distribuye en el organismo en los huesos principalmente (50-60%), tejidos blandos, músculos y órganos, en forma libre o unido a proteínas (40-50%) (3) o una pequeña fracción (cerca al 1-2%) localizada en los fluidos extracelulares, principalmente, en el suero y células circulantes, principalmente en los hematíes (2).

Las principales fuentes de magnesio en la dieta son verduras de hoja verde, semillas, nueces y cereales sin procesar. El agua aporta aproximadamente un 10% de la ingesta diaria del magnesio (4). La ingesta diaria recomendada para hombres adultos es de 420 mg mientras que para mujeres adultas es de 320mg.

#### Nivel

La concentración sérica normal del magnesio en el organismo varía entre 0,7- 1 mmol/L (1). La mitad del magnesio plasmático se encuentra en forma libre o ionizada mientras que una tercera parte está unido a proteínas como la albúmina o acompañado con aniones como los citratos o fosfatos (2). La medición del magnesio en sangre sólo representa un 2% del magnesio corporal total, ya que es un ion de localización intracelular.

Los niveles de magnesio en el organismo dependen de varios factores como la dieta, absorción intestinal, excreción renal, su distribución corporal y factores hormonales (3). Al nacer, el cuerpo humano contiene alrededor de 760 mg de magnesio mientras que en su etapa adulta puede llegar a contener casi 25 g.

Se considera déficit de magnesio cuando los niveles de magnesio en el cuerpo se encuentran por debajo de 0,7 mmol/L. Por otro lado, se considera hipomagnesemia grave a niveles menores de 0,4 mmol/L.

#### Funciones

El magnesio es responsable de diversas funciones importantes en el organismo entre las que destacan ser cofactor en más de 300 reacciones enzimáticas, regular la contracción y relajación muscular al actuar como antagonista del calcio, producir energía para los músculos, reparación y crecimiento muscular (3), regular la presión arterial (4), activación de macrófagos (13), regular la presión arterial (4), posee propiedades antiinflamatorias que ayudan a reducir molestias musculares y conseguir una recuperación más rápida (3) y el transporte de sustancias a través de membranas celulares (2).

## **Reparación y crecimiento muscular**

El magnesio es útil en la recuperación muscular en el organismo, puesto que es capaz de bloquear los canales de calcio, facilitando la relajación muscular tras la contracción. Este proceso reduce calambres y lesiones musculares y, por ello, se consigue una recuperación más rápida (2).

Es posible la aparición de síntomas de fatiga muscular por la deficiencia de magnesio como los calambres o debilidad. Estos síntomas pueden perjudicar la recuperación muscular tras hacer ejercicio, promoviendo el daño tisular (1).

El magnesio desempeña un papel esencial en la producción de ATP (cofactor). Una ingesta adecuada de magnesio posibilita que las células dispongan de la energía necesaria para poder realizar procesos esenciales como la contracción, reparación y desarrollo muscular, promoviendo de esta manera la hipertrofia muscular.

## **Mineralización ósea**

El magnesio se almacena en los huesos entre un 50-60% de su cantidad corporal total. El magnesio que forma parte de la hidroxapatito de la matriz extracelular ósea, es un elemento esencial de la densidad mineral ósea (DMO) y de la resistencia del hueso (2). En este contexto, el magnesio estimula la actividad de los osteoblastos, células responsables de la mineralización en la matriz ósea y precursores de los osteocitos (3). Además, el magnesio controla el nivel de la hormona paratiroidea (PTH) encargada de regular la homeostasis del calcio. La vitamina D, esencial para la absorción del calcio y mineralización del hueso, requiere magnesio como cofactor para activar las enzimas dependientes de esta vitamina. El déficit de magnesio está relacionado con menor DMO y mayor riesgo de osteoporosis. La hipermagnesemia, a su vez, está relacionada con desequilibrios en los procesos de remodelación ósea (1). Una disminución del magnesio puede aumentar la producción de citocinas inflamatorias y disminuir la disposición de sangre en los huesos, pudiendo fomentar la resorción ósea y reducir la mineralización (4).

## **Almacenamiento**

El magnesio se almacena en el organismo entre los huesos, tejidos blandos, o en matriz extracelular. Así, en los huesos se localiza entre un 50-60% del magnesio corporal. Un 30% de este magnesio forma parte del hidroxapatito (fosfato de calcio) contribuyendo a la estructura ósea (1, 2). Este magnesio es capaz de intercambiar con el que se encuentra en sangre y en líquidos extracelulares ayudando, de esta manera, a mantener la homeostasis del magnesio en el organismo (4).

En los tejidos blandos se encuentra un 40-50% del magnesio corporal. Se encarga de desempeñar funciones como la transmisión nerviosa, contracción muscular y metabolismo celular (4).

Menos del 2% del magnesio corporal se encuentra en la sangre y células sanguíneas (porción circulante). Su regulación es esencial para poder realizar funciones fisiológicas.

El magnesio se puede encontrar en forma iónica, unido a proteínas como la albúmina o complejo con aniones en forma de sales solubles (3).

Se encargan de mantener el equilibrio entre el almacenamiento, distribución y excreción del magnesio la acción de la parathormona, la vitamina D y transportadores como TRPM6 y TRPM7

## **Suplementación**

La suplementación con magnesio genera efectos positivos en el organismo como la mejora de la salud ósea al promover la mineralización ósea y disminuir el peligro de padecer osteoporosis (3), alivio de síntomas musculares al reducir calambres musculares, espasmos y fatiga, potenciar el rendimiento y recuperación muscular (3), mejora del control glucémico (1), aumento de la sensibilidad a la insulina (1), reducción del impacto de dietas altas en grasas y minimizar la calcificación arterial. Por último, si se administra a pacientes que hayan sufrido infartos de miocardio recientes, presenta beneficios en el perfil lipídico que contribuyen a disminuir los niveles de colesterol LDL, elevar HDL y disminuir la inflamación crónica (4).

## **OBJETIVO**

Realizar una revisión de la bibliografía disponible sobre los efectos de la suplementación del magnesio en la recuperación muscular en los deportistas con la intención de aclarar sus efectos positivos en el ámbito deportivo.

## **4. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)**

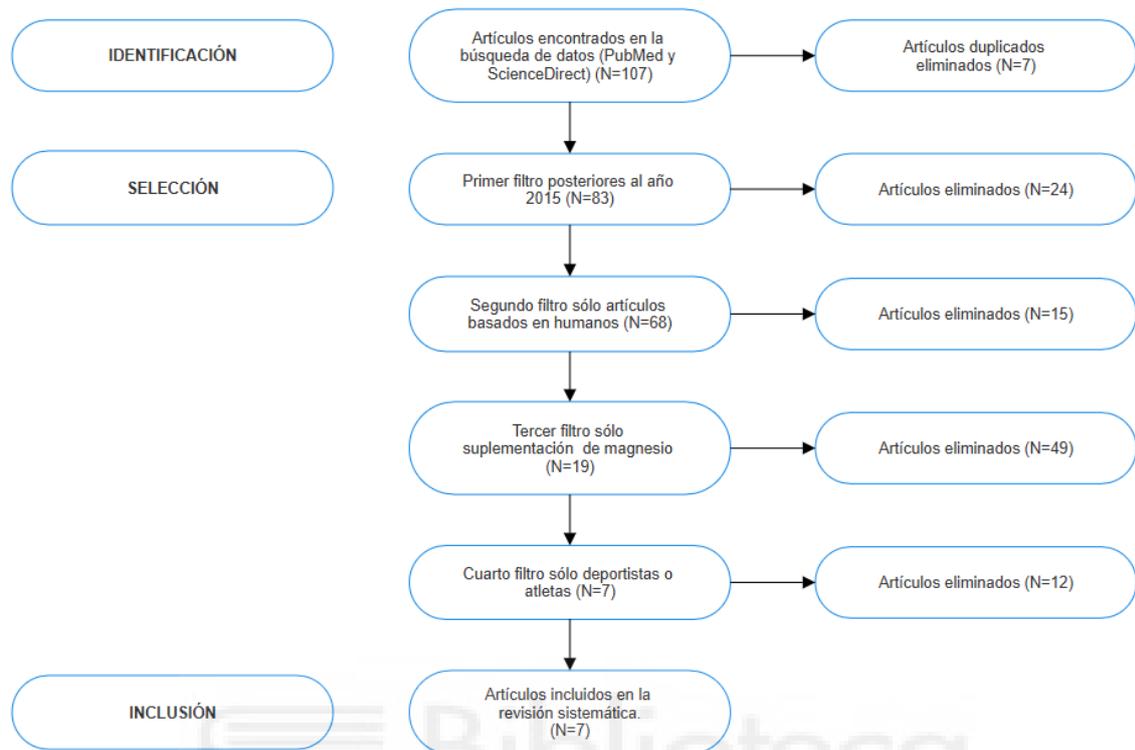
Para realizar esta revisión sistemática se ha seguido el protocolo PRISMA, un conjunto de directrices que guían la planificación y elaboración de revisiones sistemáticas. Se publicó en 2009 y se actualizó en 2020 (5).

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática de 7 artículos científicos con el objetivo de evaluar los efectos de la suplementación del magnesio para la recuperación muscular en deportistas. Los artículos han sido buscados en bases de datos como: PubMed y Science Direct. Las palabras clave en inglés que se emplearon para buscar los artículos seleccionados en la revisión fueron: "magnesium", "supplementation" y "recovery".

Al realizar la búsqueda tras haber seleccionado las palabras clave se analizaron 107 artículos. Se eliminaron duplicados entre las bases de datos.

Una vez encontrados, se aplicaron cuatro filtros para conseguir una selección más acorde al objetivo de la revisión sistemática. El primer filtro fue eliminar artículos anteriores al año 2015. El segundo filtro fue eliminar estudios que estuvieran basados en animales y no en humanos únicamente. El tercer filtro fue eliminar estudios en los que se suplementaran más suplementos aparte del magnesio. Como cuarto y último filtro, se eliminaron aquellos estudios que no incluyeran en los sujetos de estudio a personas que hicieran deporte o atletas.

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos científicos



## 5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

Tabla de resultados

Referencia	Compuesto	Dosis diaria, Tiempo, suplementación y duración ensayo	Sujetos	Edad	Protocolo	Resultados
6	Magnesio (Mg)	500 mg (250mg cada 12 h) / 28 días	23 sujetos sanos G1 – 5 est. sed. Sin supl. G2 – 5 est. sed. con supl. G3 – 5 jug. rugby sin supl. G4 -8 jug. rugby con supl.	G1 y G2: 22,6 ± 0,52 años G3 y G4: 23,3 ± 0,93 años	Jug. rugby entrenaban 3-4 veces/semana y partido cada domingo tarde. Sed. no realizaban ejercicio regular los 6 meses previos Medición día 29 20 h. después del partido de rugby	La supl. de Mg ↓ el número de células con ADN altamente dañado en todos los grupos. Tras la exposición a H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> la media de células con ADN dañado total y alto fue sign. menor en grupos que tuvieron supl. G3 y G4 previamente mostraban mayor daño basal y tras exposición a H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , comparados con los sed. Supl. ↓ la cantidad de células con daño alto y medio en todos los grupos, indicando un efecto protector del Mg contra el estrés oxidativo.
7	Cloruro de magnesio (MgCl <sub>2</sub> )	Cloruro de magnesio (MgCl <sub>2</sub> )	15 sujetos 8 hombres y 7 mujeres	26 ± 5 años	Suplementación con magnesio o placebo. Se condujeron pruebas de rendimiento (VO <sub>2</sub> máx y sprints) y análisis de la microbiota intestinal. Medición de variables fisiológicas antes y después de la intervención, así como análisis en músculo y microbiota	↑ los niveles séricos de Mg. ↓ VO <sub>2</sub> máx, la P media en un sprint de 30 s., y la respiración mitocondrial en músculo con presencia de AG. ↔ en el cicloergómetro de 10km ni en la diversidad de la microbiota intestinal.

8	Magnesio aspártico (ZMA)	3 cápsulas ZMA antes de dormir en 3 noches separadas por 48h / 1	19 sujetos masculinos	24.6 ± 5 años	<p>Fase de familiarización una semana antes</p> <p>Protocolo sin pastilla, placebo (dextrosa) y ZMA en diseño randomizado y contrabalanceado para evitar posibles efectos de aprendizaje</p> <p>Como pre-test la función cognitiva fue medida mediante el Stroop Test y el La sanguíneo en reposo se obtuvo mediante mediante una muestra capilar por punción digital</p> <p>Test: se midió la P muscular de la parte inferior del cuerpo mediante CMJ y sprints de 10x20m.</p>	<p>↑ índices subjetivos de fatiga en el grupo sin pastilla.</p> <p>Supl. con ZMA no afectó significativamente el sueño ni el rendimiento cognitivo o físico en comparación con la condición de placebo o sin ingesta.</p> <p>Supl. ↑ la altura de salto (CMJ) en comparación con placebo pero no con sin pastilla.</p> <p>En población sana y bien nutrida, ZMA no mostró efectos ergogénicos relevantes.</p>
9	Magnesio (vía oral)	400mg / 21 días	18 ciclistas profesionales	<p>GS: 26.2 ± 1.81 años</p> <p>GS: (n=9)</p> <p>GC: 26.6 ± 1.52 años</p> <p>GC: (n=9)</p>	<p>Se tomaron muestras de sangre antes del inicio de la carrera (T1), antes de la 10ª etapa (T2) y antes de la última etapa (T3)</p> <p>Se tomaron muestras de sangre en condiciones basales tras un ayuno nocturno de 10-12h en T1, T2 y T3.</p> <p>Test incremental en un CEC en T1 y T3 para determinar el volumen máx de O2 y Pmáx.</p> <p>Se analizaron las muestras para determinar niveles de Mg en suero y eritrocitos, además de marcadores de sueño y cortisol.</p>	<p>La supl. de Mg. ↑ Pmáx, Iemáx y VO2máx.</p> <p>↔ en hematocrito, marcadores enzimáticos y cortisol.</p> <p>↔ en las puntuaciones de sesiones de RPE entre el primer y último día de la competición.</p> <p>↑ Marcadores musculares como la creatinina y la mioglobina</p>
10	Citrato de magnesio (Mg <sup>2+</sup> ) en cápsulas	4 cápsulas de 75 mg/ día = 300 mg/día G1: 7 días G2: 28 días	13 sujetos G1 (carga crónica): 7 sujetos (4 H., 3 M.) G2 (carga aguda): 6 sujetos (3 H., 3 M.)	<p>G1: 40.8 ± 4.4 Años</p> <p>G2: 35.8 ± 6.2 años</p>	<p>Diseño doble ciego, aleatorizado, cruzado y controlado con placebo.</p> <p>Cada participante realizó 2 sesiones en días separados bajo cada tratamiento (magnesio y placebo) tras un periodo de lavado de 1 semana.</p> <p>Ejercicio de tiempo en bicicleta de 40 km, seguido por pruebas de fuerza</p> <p>Se midieron presión arterial, índice de aumento (Aix), resistencia periférica total (TPR), F y rendimiento en el press de banca</p>	<p>↔ en datos antropométricos, VO2máx,</p> <p>↑ F. en el press de banca un 17,7% el día 1 en G2, pero no en G1</p> <p>↓ PAS el día 2, en ambos grupos, con cambios más notables en G2.</p> <p>↓ RPT en G2 en ambos días, mientras que en G1 ↑ el día 1 y no cambió el día 2.</p>
11	Lactato de magnesio	400 mg / 9 meses	24 sujetos GS: 12 jug. Prof. Masc. GC: 12 estudiantes universitarios	<p>GS: 25.3 ± 4.4 años</p> <p>GC: 22 ± 3.8 años</p>	<p>Periodos de la temporada: T1: Octubre T2: Diciembre T3: Marzo T4: Abril</p> <p>Muestras de sangre antes, durante y después de los periodos de competencia, permitiendo evaluar cambios en los niveles de Mg sérico y en marcadores de daño muscular en función del tiempo.</p>	<p>↔ Mg sérico entre GS y GC.</p> <p>El Mg sérico ↓ significativamente en T3 en GS en comparación con T1 y T2. Aunque, al final del estudio ↑ concentración de Mg que en T3.</p> <p>↔ niveles de daño muscular en GC.</p> <p>↔ niveles de cortisol ni en hormonas anabólicas, sugiriendo un efecto protector sin alterar el balance hormonal.</p> <p>La supl. con Mg parece prevenir caídas en el nivel de Mg sérico y ↑ nivel de marcadores bioquímicos de daño muscular</p>

12	Creatina quelada con magnesio (MgCr-C)	4-5g / 16 semanas	16 jugadores elite de fútbol GS: 8 jugadores GP: 8 jugadores	25.6 ± 3,7 años	8 semanas de acondicionamiento. Estuvieron bajo una dieta mixta isocalórica. Mediciones de masa corporal mediante una escala médica de precisión de 0,1kg. El rendimiento anaeróbico se evaluó mediante el protocolo RAST 5 veces durante las 16 semanas. Abstención de ejercicio 1 día antes de las pruebas para minimizar la fatiga. Evaluaciones basales y 4 pruebas post-ingesta de suplementación o placebo. Evaluaciones de La, pH sanguíneo y bicarbonatos para determinar la concentración de La y el equilibrio ácido-base. Teste estadísticos para verificar la normalidad, homogeneidad y esfericidad de las varianzas de los datos de las muestras.	GS obtuvo mejoras en el rendimiento en diferentes parámetros del RAST, incluyendo mejor T en cada sprint, mayor P media y máx, y menor T total, en comparación con GP. ↑ niveles de creatinina y La.
----	--	-------------------	--	-----------------	--	---

### Leyenda:

G1: grupo 1, G2: grupo 2, GS: grupo suplementado, GP: grupo placebo, GC: grupo control, est.: H: hombres, M: mujeres, estudiantes, jug.: jugadores, sed.: sedentarios, supl.: suplementación, sign.: significativamente, CEC: ciclo-ergómetro calibrado, Mg: magnesio, AG: ácido grasos, La.: lactato, O<sub>2</sub>: oxígeno, s.: segundos, h.: horas, km: kilómetros, máx: máximo/a, F: fuerza, T: tiempo, P: potencia, P<sub>máx</sub>: potencia máxima, Lemáx: relación P<sub>máx</sub>/peso, resist: resistencia, FC: frecuencia cardíaca, PAS presión arterial sistólica, RPT: resistencia periférica total, ↓: disminuyó, ↑: aumentó, ↔: no hubo cambios significativos,  $\bar{x}$ : media, RAST: Running Anaerobic Sprint Test, CMJ: Counter Movement Jump

### Limitaciones de los estudios

ARTÍCULO	LIMITACIONES
6	Toma de la muestra de sangre muy tardía
7	Tamaño de muestra reducido y duración del estudio corta. Ausencia de grupo control
8	Homogeneidad de la muestra.
9	Homogeneidad de la muestra
10	Duración del estudio. Falta de seguimiento del suplemento administrado
11	Ausencia de grupo control similar sin suplementación.
12	Tamaño de la muestra reducido y homogéneo

## 6. DISCUSIÓN

### Propiedades de la suplementación con magnesio

Tras evaluar los estudios considerados en la revisión bibliográfica, se comprobaron los efectos positivos que aportaba la suplementación del magnesio en deportistas. Se analizaron sus capacidades oxidativas, cómo afectaba al rendimiento en resistencia y fuerza, su función cardiovascular, regulación de la concentración del magnesio sérico y su prevención de marcadores de daño muscular.

### Estrés oxidativo

En el artículo de **Petrović et al (6)**, el magnesio representa un efecto protector a nivel molecular frente al estrés oxidativo debido a que los atletas que fueron suplementados presentaron un número significativamente menor de células inmunitarias (PBL) con ADN dañado tras el tratamiento con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Este efecto fue más pronunciado en los jugadores de rugby respecto a hombres jóvenes sedentarios posiblemente porque la actividad física intensa aumenta las necesidades de magnesio. Las pruebas indican que el ejercicio a alta intensidad provocaba un aumento significativo de la pérdida de magnesio a través de la orina y el sudor.

### **Resistencia**

La suplementación con magnesio fue efectiva para mejorar el rendimiento en esfuerzos anaeróbicos repetidos como ocurrió en el artículo de **Córdova et al (11)**, el grupo suplementado con MgCr-C mostró una diferencia significativa en los resultados del RAST respecto al grupo placebo. Los resultados fueron probablemente consecuencia de una mayor reserva de PCr en las células musculares de las extremidades inferiores. Esto contribuyó a una mayor participación de la PCr en la síntesis de ATP tanto en el primer como en el último sprint del RAST.

### **Fuerza**

La suplementación de creatina quelada con magnesio (CrMg-C) ayudó a mejorar la potencia pico y media en sprints repetidos en el artículo de **Zajac et al (12)**. Por otro lado, no podemos apoyar que el magnesio aporte estas propiedades puesto que es un compuesto unido a la creatina.

### **Función cardiovascular**

En el artículo de **Kass et al (10)**, la suplementación con magnesio redujo significativamente la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) en reposo y post-ejercicio tanto en el grupo de suplementación aguda y crónica, siendo las disminuciones más marcadas, en el grupo agudo. Estos efectos positivos respaldan la importancia del magnesio en la regulación cardiovascular. La reducción de la presión sanguínea pudo atribuirse a la suplementación con Mg<sup>2+</sup>. A pesar de que la ingesta dietética media cumpliera, se podía sugerir que una mayor necesidad de Mg<sup>2+</sup> pudiera ser beneficiosa para reducir la presión arterial (> 375 mg/día).

### **Concentración de magnesio sérico**

En el artículo de **Córdova et al (11)** los niveles séricos de magnesio se mantuvieron altos a lo largo de la temporada e incluso aumentaron en el último control. Sólo se observaron cambios limitados, los cuales, probablemente estaban relacionados con un suministro adecuado de magnesio en la dieta y como suplemento.

### **Marcadores de daño muscular**

En el artículo de **Roche et al (9)**, se demostró una correlación negativa entre los valores de e-Mg con los biomarcadores de daño muscular más importantes (mioglobina y creatina-kinasa). El estado muscular, la fatiga y la recuperación fueron adecuados en ambos grupos. Por lo tanto, se puede sugerir el control de una cantidad adecuada de Mg en la dieta podría ser suficiente para mantener un estado y función muscular adecuados. En este mismo estudio, ambos grupos mostraron ligeros aumentos de los niveles séricos de cortisol al final de la carrera, pero los niveles se mantuvieron dentro del rango fisiológico. Por lo que es posible hipotetizar

que una concentración corporal óptima de magnesio podría estar relacionada con una respuesta adecuada de cortisol, reduciendo los efectos del estrés en el ciclista.

En el artículo de **Córdova et al (11)** apoyó que la suplementación con magnesio puede prevenir un aumento del nivel de marcadores bioquímicos de daño muscular en jugadores de baloncesto a lo largo de una temporada puesto que los jugadores mantuvieron un buen equilibrio anabólico-catabólico.

### **Resultados contradictorios**

Tras el análisis de los estudios, se observó que no se cumplieron algunos de los objetivos propuestos por los investigadores.

Respecto a parámetros de resistencia, en el artículo de **Bomar et al (7)** la suplementación a corto plazo de cloruro de magnesio disminuyó el  $VO_{2max}$ , la potencia media durante un sprint de 30 s y la respiración mitocondrial del músculo esquelético en presencia de ácidos grasos en el complejo II. A pesar de que la suplementación con magnesio en la dieta pueda aumentar el  $VO_{2max}$ , es posible que la disminución del  $VO_{2max}$  pueda explicarse por una disminución en el gasto cardíaco. Se llegó a la conclusión de que el magnesio no mejora el rendimiento del ejercicio de resistencia.

En el artículo de **Bomar et al (7)** el magnesio disminuyó la potencia media de salida de la prueba de sprint y de la prueba de cicloergómetro de 30s. Se hipotetizó que estos efectos desfavorables podían atribuirse en parte a la modalidad de ejercicio (ciclismo frente a carrera o saltos).

En el artículo de **Edwards et al (8)** la suplementación de ZMA no tuvo ningún efecto beneficioso sobre los tiempos de RSP (10x20m).

En términos de fuerza, en el artículo **Edwards et al (8)** la altura de CMJ fue menor en placebo que en condiciones ZMA y sin pastilla. Si este estudio no hubiera tenido un grupo de control sin pastilla, habría cambiado la interpretación del estudio y dado el falso positivo de que la ZMA mejora la altura de salto CMJ.

En el artículo de **Kass et al (10)** el rendimiento relacionado con la fuerza en el press banca mostró mejoras significativas en el grupo agudo y crónico en el día 1. Mientras que en el día 2 el grupo agudo mostró mejoras, aunque el grupo crónico presentó una disminución. Se examinó la fuerza neta de ambos grupos y se demostró que el grupo agudo superaba al grupo crónico en diferencia de 10,5 kg entre pruebas tras la intervención de  $Mg^{2+}$ . Debido a esto, la capacidad/aptitud de levantamiento entre sujetos podría ser un factor importante para validar dicha diferencia.

Respecto a marcadores de daño muscular, en el artículo de **Córdova et al (11)**, ninguno de los deportistas mostró cambios significativos en los niveles de magnesio ni cambios en los marcadores de daño muscular a lo largo de la temporada.

Respecto a la función mitocondrial del magnesio en el músculo esquelético, en el artículo de **Bomar et al (7)** se contrarió su hipótesis, puesto que, los suplementos de magnesio disminuyeron significativamente la respiración mitocondrial. Este estudio presenta la primera prueba de que la administración de suplementos de magnesio a corto plazo en humanos adultos

jóvenes, activos y sanos puede ser perjudicial para la respiración mitocondrial del músculo esquelético.

En base a la recuperación mediante el sueño, en el artículo de **Edwards et al (8)** se menciona que es poco probable que un pequeño nivel administrado de ZMA tenga algún efecto sobre el sueño o rendimiento en participantes sin trastornos médicos del sueño. Tampoco se aclara si puede haber un efecto mayor en personas con patrones de sueño alterados. No hubo diferencias en la tarea Stroop debido a que esta se ve afectada por la pérdida del sueño y en este estudio no se presentó un estrés suficiente para que la ZMA pudiera haber mejorado.

## 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La suplementación con magnesio ha resultado ser efectiva en demostrar las capacidades oxidativas del magnesio, su rendimiento en resistencia y fuerza, así como su función cardiovascular, su mantenimiento de la concentración de magnesio sérico y la prevención de marcadores de daño muscular en deportistas. No obstante, se han encontrado algunas controversias en algunos estudios debido a sus limitaciones o tipos de muestra. Por este motivo, esta propuesta de intervención constará de una muestra de solo mujeres deportistas puesto que en la mayoría de los estudios la muestra fue de varones o mixta pero no de mujeres únicamente.

Mi propuesta de intervención consistirá en un estudio clínico aleatorizado, doble ciego, paralelo y controlado con placebo. Se seleccionarán a 60 mujeres deportistas entre 18 y 40 años. Los criterios de inclusión serán realizar entrenamiento regular 3 veces/semana, no haber estado bajo suplementación de magnesio u otros suplementos 2 meses antes del estudio, no presentar enfermedades metabólicas, renales o neuromusculares.

Se asignarán aleatoriamente a tres grupos de deportistas en los que un grupo recibirá suplementación de una pastilla de 300 mg/día (n=20), un grupo placebo recibirá una pastilla idéntica sin contenido (n=20) y un grupo control que no recibirá pastillas (n=20). Las pastillas se administrarán por la noche, con seguimiento semanal. Se verificará su cumplimiento mediante registro de toma y conteo de pastillas restantes.

Se medirá la concentración sérica de magnesio mediante una espectrometría de absorción atómica. Se medirá el magnesio ( $Mg_{2+}$ ) en plasma y hematíes (eritrocitos). Se medirá el lactato, creatina-kinasa (CK) y cortisol (marcadores de estrés oxidativo y fatiga). Se realizará una prueba incremental para medir el  $VO_2$  máx, un test de fuerza máxima (1 RM) y un CMJ en los que se medirán la velocidad, potencia máxima y media y se medirá la percepción subjetiva de fatiga mediante la Escala de Borg. Se extraerán las muestras de sangre en ayuno, una vez cada semana.

Para el análisis estadístico se utilizará el Análisis de Varianzas de Medidas Repetidas (ANOVA) para evaluar cómo afectarán los tratamientos (suplementación de  $Mg_{2+}$ , placebo y sin pastilla) a las respuestas. De esta forma, podremos medir cambios a lo largo del estudio, diferencias intergrupales e intragrupalas y si los cambios difieren entre los grupos. En el caso de que el análisis ANOVA mostrara diferencias significativas, se realizará la prueba Post hoc de Bonferroni.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Al Alawi AM, Majoni SW, Falhammar H. Magnesium and Human Health: Perspectives and Research Directions. *Int J Endocrinol.* 2018 Apr 16;2018:9041694. <https://doi.org/10.1155/2018/9041694>
- 2.- Baca-Ibáñez, S. Y., Ríos-Paico, P. E., & Rojas-Naccha, J. C. (2015). Importance of magnesium in the human diet. *Agroindustrial Science*, 177-189. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2015.02.10>
- 3.- Fatima G, Dzapina A, B Alhmadi H, Magomedova A, Siddiqui Z, Mehdi A, Hadi N. Magnesium Matters: A Comprehensive Review of Its Vital Role in Health and Diseases. *Cureus.* 2024 Oct 13;16(10):e71392. <https://www.cureus.com/articles/300811-magnesium-matters-a-comprehensive-review-of-its-vital-role-in-health-and-diseases#!/>
- 4.- Al Alawi AM, Majoni SW, Falhammar H. Magnesium and Human Health: Perspectives and Research Directions. *Int J Endocrinol.* 2018 Apr 16;2018:9041694. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2018/9041694>
- 5.- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española De Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- 6.- Petrović, J., Stanić, D., Dmitrašinić, G., Plečaš-Solarović, B., Ignjatović, S., Batinić, B., Popović, D., & Pešić, V. (2016). Magnesium Supplementation Diminishes Peripheral Blood Lymphocyte DNA Oxidative Damage in Athletes and Sedentary Young Man. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016, 2019643. <https://doi.org/10.1155/2016/2019643>
- 7.- Bomar, M. C., Ewell, T. R., Brown, R. L., Brown, D. M., Kwarteng, B. S., Abbotts, K. S. S., Butterklee, H. M., Williams, N. N. B., Wrigley, S. D., Walsh, M. A., Hamilton, K. L., Thomson, D. P., Weir, T. L., & Bell, C. (2025). Short-Term Magnesium Supplementation Has Modest Detrimental Effects on Cycle Ergometer Exercise Performance and Skeletal Muscle Mitochondria and Negligible Effects on the Gut Microbiota: A Randomized Crossover Clinical Trial. *Nutrients*, 17(5), 915. <https://doi.org/10.3390/nu17050915>
- 8.- Edwards, B. J., Adam, R. L., Drummond, D., Gallagher, C., Pullinger, S. A., Hulton, A. T., Richardson, L. D., & Donovan, T. F. (2024). Effects of an Acute Dose of Zinc Monomethionine Aspartate and Magnesium Aspartate (ZMA) on Subsequent Sleep and Next-Day Morning Performance (Countermovement Jumps, Repeated Sprints and Stroop Test). *Nutrients*, 16(15), 2466. <https://doi.org/10.3390/nu16152466>

9.- Córdova, A., Mielgo-Ayuso, J., Roche, E., Caballero-García, A., & Fernandez-Lázaro, D. (2019). Impact of Magnesium Supplementation in Muscle Damage of Professional Cyclists Competing in a Stage Race. *Nutrients*, 11(8), 1927. <https://doi.org/10.3390/nu11081927>

10.- Kass, L. S., & Poeira, F. (2015). The effect of acute vs chronic magnesium supplementation on exercise and recovery on resistance exercise, blood pressure and total peripheral resistance on normotensive adults. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 19. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0081-z>

11.- Córdova Martínez, A., Fernández-Lázaro, D., Mielgo-Ayuso, J., Seco Calvo, J., & Caballero García, A. (2017). Effect of magnesium supplementation on muscular damage markers in basketball players during a full season. *Magnesium research*, 30(2), 61–70. <https://doi.org/10.1684/mrh.2017.0424>

12.- Zajac, A., Golas, A., Chycki, J., Halz, M., & Michalczyk, M. M. (2020). The Effects of Long-Term Magnesium Creatine Chelate Supplementation on Repeated Sprint Ability (RAST) in Elite Soccer Players. *Nutrients*, 12(10), 2961. <https://doi.org/10.3390/nu12102961>

## 9. ANEXOS

### Anexo 1: Código de investigación responsable (COIR)



#### INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a 13/02/2025

Nombre del tutor/a	Enrique Roche Collado
Nombre del alumno/a	Pablo Peinado Bellido
Tipo de actividad	Sin implicaciones ético-legales
Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)	Efectos de la suplementación de Magnesio en recuperación muscular en deportistas
Evaluación de riesgos laborales	No solicitado/No procede
Evaluación ética humanos	No solicitado/No procede
Código provisional	250211141428
Código de autorización COIR	TFG.GAF.ERC.PPB.250211
Caducidad	2 años

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **Efectos de la suplementación de Magnesio en recuperación muscular en deportistas** ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, se **autoriza** la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos  
Jefe de la Oficina de Investigación Responsable  
Vicerrectorado de Investigación y Transferencia