



TRABAJO FIN DE GRADO

SUPLEMENTACIÓN DE MAGNESIO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



AUTOR: JAUME CARRERAS ORTÍN

TUTOR ACADEMICO: ENRIQUE ROCHE COLLADO
2014-2015

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE
Universidad Miguel Hernández de Elche

ÍNDICE

1. INTRODUCCION.....	2
1.1- El magnesio.....	2
1.2- Papel del Mg en el contexto deportivo	4
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN	6
3. RESULTADOS.....	6
4. DISCUSIÓN	8
5. BIBLIOGRAFÍA.....	9



1. INTRODUCCION

Numerosos estudios científicos demuestran el importante papel que juega la nutrición tanto en el rendimiento, como en la recuperación. Los alimentos aportan tanto macronutrientes, como micronutrientes. Los primeros se encargan de proporcionar la energía necesaria para desarrollar la actividad física (hidratos de carbono y lípidos) y de proporcionar materiales para la reparación de los tejidos dañados (proteínas). Por otro lado los micronutrientes también cumplen con una función estructural (calcio y hierro) y reguladora (vitaminas y ciertos minerales).

Los micronutrientes se denominan así porque son ingeridos a través de la dieta en una cantidad mucho menor que los macronutrientes. Los micronutrientes engloban a vitaminas y minerales. Las consecuencias que provocan sus carencias o las ingestas en exceso son bien conocidas en el campo de la salud. Sin embargo, en el mundo de la Nutrición Deportiva todavía se desconocen algunos aspectos. Existe la tendencia a suponer que la actividad física supone un desgaste para ciertos sistemas corporales, que justifican la suplementación en determinados micronutrientes. Sin embargo, las evidencias científicas parecen cuestionar esta hipótesis. No obstante, existen situaciones particulares donde la suplementación podría ser necesaria. Por tanto es importante el poder identificar y evaluar dichas circunstancias.

La presente revisión bibliográfica va a mostrar las más recientes evidencias sobre la suplementación con magnesio (Mg) y su posible papel en la mejora del rendimiento, así como en la recuperación post-ejercicio. Antes de entrar en materia se introducirá el papel del Mg como micronutriente y las principales funciones que desempeña en el organismo. A través de una búsqueda en la red, se presentarán algunos usos comerciales de este mineral, poniendo especial énfasis en el campo de la suplementación deportiva.

1.1- El magnesio

El magnesio es un mineral que forma parte de la materia ósea, siendo éste su principal papel estructural. Desde un punto de vista funcional, este mineral participa en diversas funciones entre las que cabe destacar la síntesis proteica, cofactor de numerosas enzimas, función muscular, consumo de oxígeno, transmisión del impulso nervioso, balance electrolítico y control del sistema inmune.

El magnesio es un mineral que se encuentra en la molécula de la clorofila, participando en la fotosíntesis en las hojas de las plantas. Por tanto, los vegetales de hoja verde son una buena fuente de magnesio. Como cualquier mineral, las plantas lo incorporan a partir del suelo concentrándolo en determinados tejidos, particularmente en las semillas. Por eso alimentos basados en semillas, como legumbres, cereales y frutos secos son ricos en Mg. Una vez ingerido, su biodisponibilidad se reduce cuando se consume junto con alimentos ricos en fibras conteniendo fitatos y oxalatos, que forman quelatos limitando su absorción intestinal. Sin embargo, la absorción puede verse mejorada en presencia de vitaminas del grupo B.

Como en el caso de todos los micronutrientes, las recomendaciones de Mg vienen pautadas para distintos grupos de población como cantidades mínimas expresadas en mg (ver Tabla 1). También hay que señalar, que dichas recomendaciones varían para los distintos países, siendo diferentes en Europa y en Estados Unidos.

Tabla 1: Ingesta recomendada de Mg para la población española

SUBPOBLACIÓN	EDAD(años)	MAGNESIO (mg)
LACTANTES	0,0 – 0,5	40
	0,5 – 1,0	60
NIÑOS	1 - 3	80
	4 - 6	120
	7 - 10	170
VARONES	11 – 14	270
	15 - 18	400
	19 – 24	350
	25 – 50	350
	51 +	350
MUJERES	11 – 14	280
	15 – 18	350
	19 – 24	280
	25 – 50	280
	51 +	280
EMBARAZO	1er trimestre	320
LACTANTES	2º trimestre	355
	3er trimestre	340

La mayor parte de la población general ingiere unos niveles de magnesio inferiores a los recomendados. Su deficiencia suele estar relacionada con un gran número de alteraciones cardiovasculares y disfunciones renales, gastrointestinales, neurológicas, musculares, etc. (Seeling, 1980). El tétanos latente es una de las consecuencias primarias del déficit de magnesio.

Las disfunciones neurológicas se manifiestan como alteraciones de la conducta y el comportamiento. Además de las deficiencias dietéticas, las alteraciones en los niveles tisulares y sanguíneos de Mg pueden ser debidas a situaciones de estrés, así como a patologías endocrino-metabólicas, tales como el hipo e hiperparatiroidismo, diabetes, etc. (Aranda P., López-Jurado M., Llopis J., 2000).

1.2- Papel del Mg en el contexto deportivo

El Mg participa en numerosos procesos relacionados con la actividad muscular, como es el funcionamiento de la cadena de transporte electrónica mitocondrial o el balance electrolítico. Por ello, la deficiencia de magnesio, incluso un déficit puntual, puede poner en peligro la capacidad de realizar y completar el ejercicio, reduciendo el rendimiento deportivo en ejercicios de larga duración. Esta menor eficiencia del uso de oxígeno por el déficit de Mg se ha sugerido que tiene como resultado un desajuste en la actividad respiratoria mitocondrial y una hiperexcitabilidad neuromuscular, dando lugar a calambres y fatiga prematura (Lukaski HC, Nielsen FH, 2000). Las investigaciones recientes apuntan que el consumo habitual de Mg por debajo de 260 mg al día en atletas masculinos y 220 mg al día en atletas femeninas puede provocar una deficiencia (Nielsen FH, Lukaski HC, 2006).

Variaciones persistentes en la concentración de Mg circulante podrían ser un indicativo de deficiencias en este mineral. Sin embargo, variaciones transitorias no indicarían un estado de deficiencia. Normalmente, el ejercicio induce una redistribución de los compartimentos corporales, para acomodar los niveles de Mg conforme a las necesidades. Esta redistribución va a depender del tipo e intensidad del ejercicio. Por ejemplo, un ejercicio corto pero intenso va a provocar un incremento transitorio en plasma de 5-15%, que vuelve a los niveles basales a las 24h aproximadamente. Por otro lado, un ejercicio prolongado en el tiempo de intensidad moderada (como por ejemplo de tipo aeróbico extensivo) también produce incrementos circulantes de Mg. El origen de estos incrementos pueden ser debidos a un transporte de Mg fuera del músculo, similarmente a como ocurriría con el potasio, o como consecuencia de microrrupturas musculares. En este último caso típico de ejercicios de alta intensidad, el incremento sérico de Mg se correlacionaría con un incremento en los niveles circulantes de creatina kinasa. Con el paso del tiempo, los incrementos circulantes de Mg durante un ejercicio aeróbico extensivo son eliminados, incrementando la concentración de Mg en orina y sudor, lo que favorecería las pérdidas del organismo. No obstante, parte del Mg puede ser reabsorbido y recuperado a nivel renal. Por tanto los flujos de Mg durante el ejercicio implican una captación de este mineral en una primera instancia por parte del músculo y del tejido adiposo, utilizando el Mg para activar la función respiratoria. Tras el ejercicio y como consecuencia de las microrrupturas musculares y las pérdidas por sudor y orina, parte del Mg se pierde.

Tomando en cuenta lo anteriormente dicho, un individuo participante en ejercicios agotadores diariamente tiene un requerimiento mayor, entre el 10-20%, que la media de la población sedentaria de la misma edad y género (F.H. Nielsen, H.C. Lukaski, 2006)

Claramente, numerosos estudios lo muestran, cuando el nivel de Mg es deficiente, mediante la suplementación, mejora considerablemente el rendimiento. Pero cuando el nivel de Mg es adecuado no produce beneficio alguno. Este apartado ha sido motivo de mucha controversia, principalmente por no tener un indicador adecuado del estado basal de Mg.

El Mg también afecta a la respuesta inmune del organismo al realizar ejercicio extenuante, disminuyendo las respuestas inmunológicas. La suplementación de Mg no produce efecto sobre estas respuestas cuando el estado de este mineral es adecuado (Mooren FC, Golf SW, Völter K., 2003)

En el contexto comercial, numerosas compañías comercializan suplementos de Mg para la mejora de diversas funciones. Dependiendo de la marca comercial, la suplementación en el campo de la salud se dirige hacia diferentes funciones, tales como la disminución del cansancio y la fatiga, la contribución al funcionamiento normal del sistema nervioso y muscular, estimulación de la síntesis proteica, motivación psicológica y al mantenimiento óseo. En el contexto deportivo, la suplementación de magnesio se comercializa con diferentes propósitos, tales como la prevención de calambres, mejora del rendimiento, salud, preparación para competiciones, etc. (ver Tabla 2)

Tabla 2: Marcas comerciales de Magnesio

MARCAS	SUPLEMENTADO	TOMA	FUNCIÓN
<u>PowerBar</u> <u>Magnesio</u>	Vit B6	1 ampolla la noche antes de la competición	Prevenir calambres musculares
<u>MGb6</u> <u>victory</u> <u>endurance</u>	Vit B6	Tres capsulas antes de dormir al día	Eficacia en el rendimiento de fuerza y resistencia
<u>ZMA</u> <u>formula</u>	Zinc y Vit B6	2 antes de dormir	Salud y rendimiento optimo Eleve niveles de testosterona y IGF-1
<u>Nutrisport</u> <u>Pure</u> <u>Magnesio</u>	Vit B6 y C	1 antes del ejercicio 1 a 3 durante competiciones	Preparación de competiciones
<u>Multipower</u> <u>magnesio</u> <u>liquido</u>		1 botella al día después de entrenar o antes de dormir	Prevención para espasmos y calambres musculares
<u>Gel</u> <u>magnesio</u> <u>AML sport</u>		1 antes y durante la practica	Disminuir la aparición de calambres, tics y contracturas
<u>Colágeno -</u> <u>Magnesio</u> <u>350Gramos</u> <u>Ana Maria</u> <u>LaJusticia</u>	Colágeno	3 veces al día después de cada comida.	Evitar lesiones: - Rotura de ligamentos - Tendinitis - Sobrecarga muscular Cuando no son debidas a impactos externos
<u>Colágeno +</u> <u>magnesio</u> <u>amlsport</u> <u>270</u>	Colágeno	Tomar de 6 a 9 comprimidos al día, repartidos en el desayuno y la cena.	Prevenir: entre otras cosas - Problemas óseos - Roturas

<u>comprimidos</u>			- Esguinces
--------------------	--	--	-------------

Los datos expuestos en la Tabla 2 parecen indicar que el Mg puede ser utilizado como suplemento deportivo con diferentes propósitos. Recientemente, numerosos suplementos recuperadores de lesiones utilizan el Mg como componente para completar sus formulaciones, como por ejemplo el colágeno (hidrolizado) + Mg. Por lo tanto, en el presente trabajo de revisión se ha intentado verificar el posible papel que podría jugar el Mg en este contexto recuperador. Los datos obtenidos tras el análisis de la bibliografía se han analizado y se han comparado con otros datos de suplementación de Mg utilizada en otros contextos deportivos.

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN

Se realizó una búsqueda en la base de datos “Medline” utilizando las siguientes palabras clave: “Magnesium, muscle damage, recovery” combinadas entre sí. De las referencias obtenidas, sólo se seleccionaron aquellas que se encontraban en revistas indexadas, en las que los datos publicados eran revisados por evaluadores externos independientes. Sólo se encontró una publicación (Finstad et al, 2000) que abordara el tema de la recuperación con suplementos de Mg, aunque no incluía el concepto de lesión. Dicha publicación ha sido analizada en el presente trabajo (ver apartado de “Resultados”) y comparada con otras publicaciones que han analizado la suplementación con Mg para otras finalidades deportivas (ver apartado de “Discusión”).

3. RESULTADOS

La única publicación que estudiaba el Mg en un contexto recuperador se analiza a continuación.

Título: “The effects of magnesium supplementation on exercise performance”

Lugar de realización: Colegio de Kinesiología, de la universidad Lakehead en Thunder Bay, Ontario, Canada.

Centro de Investigación de Nutrición Humana USDA en Grand Forks, Dakota del Norte.

Fecha de publicación del estudio: Año 2001.

Autores: Eric W. Finstad, Ian J. Newhouse, Henry C. Lukaski, Jim E. Mcauliffe y Cameron R. Stewart.

Objetivo del estudio: La suplementación del Mg incrementaría los niveles de Mg conjuntamente con el rendimiento y la recuperación post-ejercicio.

Material y Métodos:

Se partió de una muestra inicial de 121 mujeres aparentemente saludables, físicamente activas entre 17 y 43 años. Basándose en el estado inicial de Mg, se seleccionaron 20 mujeres que eran marginalmente deficientes en Mg y 20 que estaban por encima del rango para participar en el estudio. No obstante, a lo largo del estudio aparecieron constantes cambios en la concentración de Mg, haciendo que en algunos sujetos los niveles de Mg pasaran de bajos a normales. Los criterios de inclusión fueron:

- No historia clínica de probada o sospechada hipersensibilidad a los suplementos de Mg.
- Disposición a mantener actividad física regular durante el estudio.
- Disposición a mantener una ingesta dietética regular durante el estudio.

Los criterios de exclusión fueron:

- A. Capacidad para poder realizar el test incremental en cinta las 4 sesiones programadas durante el estudio.
- B. No ingerir al menos el 75% de las pastillas dadas para el periodo de tratamiento.
- C. Padecer enfermedad o lesión más de 1 semana durante el periodo de intervención.
- D. Capacidad de mantener una carga de entrenamiento similar al 25% de su carga regular.

Se realizaron análisis dietéticos (para determinar la ingesta dietética de Mg), medidas antropométricas y determinaciones de algunos parámetros fisiológicos como presión sanguínea en reposo, ritmo cardiaco en test incrementales en cinta y gases expirados para conocer el VO₂max de los sujetos. También se obtuvieron muestras de sangre para la evaluación del Mg (total plasmático e iónico), Ca²⁺, lactato, glucosa, electrolitos plasmáticos (Na⁺ y K⁺), hemoglobina y hematocrito. Por último, se realizaron medidas tanto objetivas como subjetivas para estimar el sobreentrenamiento diario. Los análisis dietéticos, antropométricos, tests incrementales y analíticas sanguíneas se realizaron al inicio y al final del periodo de suplementación o placebo que duró 4 semanas.

El estudio tiene un diseño de doble ciego cruzado. Como se ha comentado anteriormente, las variaciones en las concentraciones de Mg a lo largo del estudio no permitieron considerar los niveles de Mg como una variable independiente. Además, el efecto de lavado al hacer el cruce de poblaciones no pudo ser establecido con una alta fiabilidad. Por ello, se decidió considerar los grupos de forma independiente (suplementados y placebo). Las diferencias entre tratamientos se analizaron por una t de Student para muestras pareadas. Para ver si el volumen de entrenamiento afectaba a los niveles de Mg, se hizo un test ANOVA. Los resultados se consideraron significativos para una p<0.05.

Resultados:

De los 121 sujetos originalmente seleccionados, el 36,4% presentaron deficiencias marginales en Mg (> 0.53 mmol/L). Los 40 participantes seleccionados realizaron tanto actividades aeróbicas como anaeróbicas. Ninguno presentó problemas gastrointestinales. No se observaron diferencias significativas en los niveles de ingesta dietética de Mg, que fueron 320-330 mg diarios a lo largo de todo el estudio para ambos grupos. Considerando la variabilidad antes mencionada, el grupo marginalmente deficiente en Mg (50%) pasó a ser el 15.6%. En el resto de variables antropométricas y fisiológicas, los grupos seleccionados no presentaron diferencias significativas. Un total de 8 sujetos abandonaron el estudio.

Como resultados más sobresalientes hay que señalar que la concentración de Mg en reposo, a pesar de las variabilidades antes mencionadas, incrementó significativamente más en el grupo suplementado que en el placebo (8 vs 5%). Por el contrario, en cuanto a los parámetros relacionados con el rendimiento y la recuperación, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, se observó un aumento no significativo para los picos ventilatorios en el grupo suplementado en comparación con el placebo

Limitaciones:

La principal problemática que se encuentra, es la variabilidad en los niveles del Mg, dentro de cada individuo fluctúa bastante. Este problema se debe a no tener un indicador concreto de los niveles iniciales como se comentó en la Introducción. Efectos fisiológicos pueden ser la causa de esta variabilidad, aunque las fuentes de estas perturbaciones fisiológicas son desconocidas. El problema conduce al desconocimiento del papel que juega el estado de Mg

en la eficacia de la suplementación de Mg, una buena temática a desarrollar en próximas investigaciones.

El efecto positivo en los resultados sobre los niveles de Mg en reposo puede ser debido a la ingesta de los participantes. En el estudio tuvieron una ingesta mayor a lo normal. Algunos sujetos se esforzaron en obtener una dieta saludable, mientras otros sujetos tuvieron tendencia a comidas con escasa cantidad de Mg. El Mg es metabolizado de forma distinta según el sujeto.

Parece ser también, que el nivel de entrenamiento al inicio del estudio, afecta a la respuesta que la suplementación de Mg produce en el organismo del sujeto. Existen discrepancias en este contexto, ya que el efecto de la suplementación de Mg no es efectivo en personas expertas. En cambio, para personas inexpertas, el efecto es positivo. En el actual estudio, no realizar una distinción entre los niveles de entrenamiento de los sujetos supuso una limitación.

Conclusiones:

La suplementación de Mg no produjo cambios significativos a nivel de rendimiento o recuperación al practicar ejercicios aeróbicos o anaeróbicos.

No se encontraron efectos sobre el rendimiento en sujetos con alta ingesta y con niveles sanguíneos normales de Mg.

En conclusión, la suplementación de Mg durante 4 semanas con una ingesta de 212 mg/d, es efectiva, mejorando los niveles circulantes de Mg en reposo, pero no tiene efecto positivo en el rendimiento y la recuperación en sujetos entrenados, en este caso, en mujeres físicamente activas.

4. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente revisión indican la falta de estudios publicados sobre la suplementación de Mg y su efecto sobre la recuperación de lesiones. Como se comprueba en la publicación de Eric W. Finstad, et al. (2001), los autores sólo analizan la recuperación post-ejercicio. En su conjunto esto cuestiona la utilización de Mg en los suplementos comerciales presentes en el mercado.

El estado inicial de Mg en el organismo es una de las principales problemáticas que deben resolver los diferentes estudios que abordan la temática de la suplementación con Mg. Las variaciones en los niveles de Mg pueden ser debidas a múltiples factores que incluyen la ingesta habitual de los sujetos, el nivel de entrenamiento o el interés por un hábito de vida más saludable, entre otras.

Tanto en la recuperación de lesiones, como en el rendimiento y la recuperación post-ejercicio, las evidencias son escasas. Esto no permite tener certeza del efecto positivo de la suplementación con Mg en deportistas. Por otro lado, el efecto en personas no entrenadas es positivo siempre y cuando los niveles iniciales corporales de Mg sean más bajos de lo normal.

Además, el Mg afecta al rendimiento físico, cuando las cantidades disminuyen con el ejercicio. Una clara evidencia fue probada cuando aparecían espasmos musculares en tenistas debido al descenso de los niveles circulantes de Mg. Los espasmos musculares desaparecieron en días debido a un tratamiento con Mg (Lui L, Borowski G, Rose LI, 1983)

Según Golf SW, Bohmer D, Nowacki PE (1993), la suplementación de Mg mejoró las funciones celulares. Entre mujeres deportistas con niveles de Mg por debajo de lo normal, disminuyeron el total de creatina kinasa y de la isoenzima MB post-ejercicio al recibir una suplementación de Mg durante 3 semanas, al contrario de las que recibieron placebo. Al igual ocurre con la

concentración de lactato y el consumo de oxígeno, disminuyen en deportistas suplementados con Mg, como ocurrió con remadores masculinos en un test ergométrico de remo. Todos estos datos indican un menor daño muscular en el grupo suplementado y una mejor recuperación post-ejercicio. Nuevamente, los niveles iniciales corporales de Mg no fueron determinados adecuadamente, por lo que se ignora si las mejoras son debidas a una restauración de dichos niveles.

Por otro lado, la suplementación de Mg incrementa la potencia y fuerza muscular. El pico de extensión de rodilla aumentó significativamente para el grupo que recibió un tratamiento de Mg, según (Brilla LR, Haley TF, 1992). Nuevamente, en estos estudios se ignoran las cantidades corporales iniciales de Mg.

Los datos presentados en los estudios anteriores, vienen cuestionados por la observación de que la restricción dietética de Mg afecta a las funciones psicológicas y rendimiento en personas no entrenadas, así como en las entrenadas. Durante un ejercicio submáximo, las mujeres que se alimentaron con 180 mg/d de Mg en contraste con las que se alimentaron con 320 mg/d de Mg, aumentaron en consumo de oxígeno y ritmo cardiaco y disminuyeron en las concentraciones de Mg en el sistema músculo esquelético y los eritrocitos (Lukaski HC, Nielsen FH, 2003). Estos datos confirman, que al igual que ocurre con los electrolitos (Na^+ y K^+) y el hierro, la deficiencia en Mg conlleva un descenso en el rendimiento y la recuperación, afirmación que no puede realizarse cuando dichos niveles son los correctos.

Además, existe una creencia popular para personas no entrenadas donde el Mg es bueno para "todo". Esta ignorancia popular es debido a la escasa información sobre la suplementación de Mg.

Como conclusiones finales hay que señalar:

- a) La suplementación de Mg per se, no causa efectos beneficiosos en funciones fisiológicas o en el rendimiento, cuando el estado de Mg es normal.
- b) Por otro lado, faltan estudios concluyentes sobre el efecto de la suplementación con Mg en la recuperación de lesiones.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Finstad, E. W., Newhouse, I. J., Lukaski, H. C., Mcauliffe, J. E., Stewart, C. R. (2001). The effects of magnesium supplementation on exercise performance. *Med. Sci. Sports exerc.*, 33(3), 493-498.
- Nielsen, F. H., Lukaski, H.C. (2006). Update on the relationship between magnesium and exercise. *Magnesium research*, 19(3), 180-189.
- Lukaski, H. C. (2004). Vitamin and mineral status: Effects on physical performance. *Nutrition*, 20(7/8), 632-644.
- Mooren, F. C., Golf, S. W., Völker, K. (2003). Effect of magnesium on granulocyte function and on exercise induced inflammatory response. *Magnesium*, 16, 49-58.
- Lui, L., Borowski, G., Rose, L. I. (1983). Hypomagnesemia in a tennis player. *Physical Sports medicine*, 11, 79-80.
- Golf, S.W., Bohmer, D., Nowacki, P. E. (1992). *Is magnesium a limiting factor in competitive exercise?* London: John Libbey & Co.

- Brilla, L. R., Haley, T. F. (1992). Effect of magnesium supplementation on strength training in humans. *J Am Coll Nutri*, 11, 326- 329.
- Lukaski, H. C., Nielsen, F. H. (2003). Dietary magnesium depletion affects metabolic responses during submaximal exercise in postmenopausal women. *J Nutr*, 132(5), 930-935.
- Seelig M. S. (1980): Mg deficiency in the pathogenesis of the disease: Early roots of cardiovascular, skeletal and renal abnormalities. *Plenum Press New York*, 488.
- Aranda, P., Planells, E., Llopis, J. (200). Magnesio. *Ars Pharmaceutica*, 41(1), 91-100.

