

## Artículo original / Original Article

### Prevención de lesiones musculares en el fútbol profesional mediante suplementación oral de hidratos de carbono y monohidrato de creatina

#### *Muscular injuries prevention in HTHE professional soccer by oral supplementation of carbon hydrate and creatine monohydrate*

Beas-Jiménez JD<sup>1,5,✉</sup>, Ribas-Serna J<sup>2</sup>, Centeno-Prada RA<sup>1,5</sup>, Da Silva-Grigoletto ME<sup>3,5</sup>,  
Viana-Montaner B<sup>3,5</sup>, Gómez-Puerto JR<sup>3,5</sup> y Melero-Romero C<sup>4,5</sup>.

<sup>1</sup> Centro Andaluz de Medicina del Deporte Sevilla.

<sup>2</sup> Universidad de Sevilla. Servicios Médicos Sevilla F.C. S.A.D.

<sup>3</sup> Centro Andaluz de Medicina del Deporte Córdoba.

<sup>4</sup> Centro Andaluz de Medicina del Deporte Málaga.

<sup>5</sup> Grupo Andaluz de Investigación en Ciencias del Deporte.

✉: juand.beas@juntadeandalucia.es

#### RESUMEN:

**Objetivo:** estudiar la incidencia de lesiones deportivas en futbolistas de primer nivel suplementados con monohidrato de creatina (MC). **Método:** se realizó un estudio retrospectivo casos control de seis meses de duración, evaluándose treinta varones pertenecientes a la primera plantilla de un equipo de fútbol de primer nivel, administrándole MC a 10 de los sujetos y actuando los 20 restantes como grupo control. El estudio incluyó un análisis de todas las lesiones acaecidas en la segunda mitad de la temporada 2004-2005. Se recogieron datos sobre el tipo de lesión, diagnóstico, tiempo de vuelta al trabajo en grupo y suplementación de MC. **Resultados:** Se observaron 47,37 lesiones por cada 1000 horas de competición en el grupo suplementado con MC; mientras que, en el grupo control se produjeron 46,43 lesiones por cada mil horas de competición ( $p>0,05$ ), siendo los tiempos de competición superiores en el grupo suplementado. Sin embargo, en los índices lesionales referidos al tiempo de entrenamiento se observó que en el grupo suplementado con MC se produjeron 2,27 lesiones cada mil horas de entrenamiento mientras que en el grupo control se produjeron 4,31 lesiones cada mil horas de entrenamiento ( $p<0,05$ ). **Conclusión:** la suplementación con dosis bajas de MC es un factor coadyuvante en la prevención de lesiones musculares en futbolistas.

**Palabras clave:** lesión muscular, prevención, monohidrato de creatina

#### ABSTRACT

**Purpose:** to study the incidence of sports injuries in first level soccer players supplemented with creatine monohydrate (MC). **Methods:** a retrospective study of control cases during a six month period was undertaken. Thirty males who play in a first level first soccer team were evaluated. Ten of the subjects were administered creatine monohydrate (MC) supplements while the other remaining 20 were used as control group. The study included the analysis of all injuries occurred in the team during the second half of the 2004-2005 season. Information was recorded on the type of injury, diagnosis, time to return to normal practice with the team and creatine monohydrate supplementation. **Results:** 43,37 injuries took place every thousand hours of competition in the group that received MC supplementation, whereas in the control group suffered 46,43 injuries every thousand hours of competition ( $p>0.05$ ), being the competition times higher in the group with MC supplementation. As for the injury rate in relation to training time, the group that received MC showed 2,27 injuries every thousand hours of training whereas the control group showed 4,31 injuries every thousand hours of training ( $p<0,05$ ). **Conclusion:** the supplementation with low doses of MC is a contributory factor to prevent muscle injuries in soccer players.

**Key words:** muscle injury prevention creatine monohydrate

## INTRODUCCIÓN:

La lesión muscular es una de las de mayor incidencia durante la práctica deportiva por lo que su prevención cobra gran importancia en el rendimiento deportivo. La prevención de las lesiones musculares comprende múltiples medidas entre las cuales diversas actuaciones nutricionales han sido propuestas, tales como la hidratación adecuada, la suplementación con hidratos de carbono, ácidos grasos  $\Omega$ -3, los antioxidantes ( $\beta$ -caroteno, Vitamina E y Vitamina C), Aminoácidos y minerales (Cromo, Boro, Vanadio, Calcio y Magnesio). La lesión muscular es el resultado de la sumatoria de los daños estructurales en la membrana de las fibras musculares, por lo que su pronta y adecuada reparación es fundamental para la prevención de futuras lesiones musculares (1-4).

Algunos autores (5-7) han sugerido la posibilidad de que la suplementación oral con monohidrato de creatina (MC) ayude a la prevención de lesiones musculares, no obstante los resultados no fueron concluyentes. Los fundamentos fisiológicos, por los que los suplementos de hidratos de carbono y MC (5-16), podrían influir en la regeneración de la fibra muscular dañada están relacionados con la fisiología de su reparación en la que se ven implicadas las células miogénicas y estructuras membranosas de la fibra muscular (Membrana propiamente dicha y túbulos T).

Las células miogénicas (Células satélite y Mioblastos Indiferenciados), al presentar en su citoplasma un número reducido de mitocondrias, utilizan como principales fuentes de energía el glucógeno muscular y el ATP almacenado en su citoplasma en forma de fosfato de creatina, por este motivo los niveles de los sustratos energéticos en la fibra muscular, cuando se inicia el proceso de reparación del daño en la miofibrilla, resultan cruciales para minimizar el deterioro de la fibra muscular y para que el incipiente proceso de reparación se ponga en marcha en las mejores condiciones posibles (17-18).

En la regeneración de una fibra muscular dañada, el mantenimiento de la polaridad de la membrana celular es imprescindible para que ésta sea viable y no se necrose. A su vez, en el mantenimiento de la polaridad de membrana, tienen gran importancia sus canales Sodio-Potasio, cuya funcionalidad depende de la capacidad de generar energía a partir de la glucosa disponible en el medio y del ATP procedente de los depósitos celulares de fosfato de creatina.

La rápida reparación de los daños producidos por el ejercicio en los túbulos T es esencial para la viabilidad de la fibra muscular y al tratarse de estructuras membranosas, al igual que la membrana celular, necesitan de una adecuada concentración de glucosa y ATP en el medio para permitir este proceso.

Por consiguiente, teniendo en cuenta que, tanto las células miogénicas (Células satélite y mioblastos indiferenciados)

como los canales Sodio-Potasio de la membrana celular de la fibra muscular y de los túbulos T, son estructuras esenciales para una correcta reparación de la fibra muscular dañada por el ejercicio y que ambas estructuras, para su correcto funcionamiento, dependen de la glucosa y de fosfatos energéticos disponibles en el medio, no sería ilógico pensar que la utilización de suplementos orales de hidratos de carbono y la creatina, podrían contribuir a la rápida reparación de los daños inducidos por el ejercicio en la fibra muscular y de esta manera colaborar en la prevención de lesiones musculares cuando el esfuerzo físico es reiterado.

El objetivo de este estudio ha sido el de valorar la influencia de la suplementación oral con hidratos de carbono y MC en las lesiones deportivas de los jugadores del primer equipo de un club de fútbol de máximo nivel.

## MATERIAL Y MÉTODO:

Se ha realizado un estudio de cohortes retrospectivo, casos-control, de seis meses de duración (Enero a junio de 2005), entre los jugadores de la primera plantilla del Sevilla FC SAD ( $n=30$ ), período correspondiente a la segunda mitad de la temporada de competición. El periodo de tiempo estudiado, de enero al final de la temporada (Segunda vuelta), se seleccionó por ser los entrenamientos y competiciones más homogéneos ya que, durante la pretemporada, se realizan unas cargas de entrenamiento muy superiores a lo que es habitual durante el resto de la temporada mientras que los partidos de competición que se celebran en este periodo son amistosos y no responden a la verdadera intensidad de competición que se desarrolla durante otros partidos, factores que evidentemente pueden variar la incidencia de lesiones.

Cada jugador antes de la administración de los suplementos orales de hidratos de carbono y de MC, fue informado de los objetivos y los posibles riesgos de esta suplementación y dio su consentimiento para recibir la misma. Posteriormente todos autorizaron el análisis de los datos de su historial médico-deportivo para la realización del presente estudio. En todo momento se ha respetado el derecho a la intimidad de los participantes en el estudio y los requerimientos deontológicos para la realización de este tipo de estudios.

La selección de los deportistas que recibieron suplementos orales de hidratos de carbono y de MC (casos,  $n=10$ ) fue previa a la realización del presente estudio y se hizo valorando los siguientes criterios médico-deportivos: una composición corporal con valores de porcentaje muscular bajo en referencia a su demarcación, la necesidad de aumentar la fuerza muscular del jugador y ocupar una demarcación en la que se realicen esfuerzos de tipo intermitente a una intensidad de ejecución alta. En dos casos los deportistas ya tomaban, de forma habitual, el MC.

La dosis de creatina utilizada ha sido de 5 gr. / 3 veces por semana. La administración se realizó 20 minutos antes del ejercicio (Entrenamiento y competición) y el MC utilizado fue el comercializado por la casa Nutritec® en dilución acuosa enriquecida al 2,5% con hidratos de carbono. El grupo control (n=20) sólo recibió la dilución acuosa enriquecida al 2,5% con hidratos de carbono.

La determinación de la composición corporal de los deportistas se realizó mediante la técnica de impedanciometría con un equipo Tanita modelo BF 430, previo al inicio del periodo de estudio y el último realizado en la temporada.

Las cargas de trabajo fueron prácticamente los mismos para todos los deportistas participantes en el estudio. Las diferencias se debieron a que los días de después del partido los futbolistas que habían jugado los noventa minutos realizaban un entrenamiento de recuperación, mientras que el resto efectuaba un entrenamiento más intenso. En los casos de jugadores lesionados, éstos entrenaban a parte hasta que el estado de recuperación de su lesión era el adecuado para reincorporarlo al grupo. En la tabla 1 se detalla la distribución de los tiempos de los diferentes componentes del entrenamiento.

Los tiempos de competición, como no puede ser de otra manera, fueron decididos por criterios técnicos y se reflejan en la tabla 2.

Estos tiempos de entrenamiento y de competición han sido utilizados para el cálculo de los diferentes índices lesionales en referencia a 1000 horas de competición o de entrenamiento con el fin de poder hacer comparables nuestros resultados con los de otros estudios publicados sobre la epidemiología de las lesiones en el fútbol (19).

Se consideró lesión a toda aquella incidencia médica que, ocurriese en entrenamiento o competición, motivaba que el jugador tuviese que abandonar o perdiese al menos un entrenamiento o una competición. A la finalización de la temporada se recopiló, de la historia clínica de cada jugador, los datos de las diversas lesiones ocurridas durante el periodo de estudio. En cada episodio lesional se obtuvieron los siguientes datos: diagnóstico, fecha de inicio, fecha de incorporación al trabajo con el grupo, ingesta o no de creatina, demarcación del jugador, si la lesión se

Tipo de Entrenamiento	Minutos de Entrenamiento
Físico	3740
Técnico	4026
Táctico	835
Estrategia	190
<b>Total</b>	<b>8791</b>

Tabla 1. Tiempos de entrenamiento por tipo durante la realización del estudio.

produjo durante un entrenamiento o la competición y si la suplementación con creatina había producido algún tipo de efecto secundario.

La clasificación de los diversos diagnósticos en los diferentes tipos de lesiones que hemos utilizado se detalla en la tabla 3.

Para poder determinar el tiempo de duración de las lesiones musculares hemos considerado los días transcurridos desde su producción hasta que el jugador volvía a entrenar con el resto del equipo.

Los resultados se analizaron utilizando el paquete estadístico "SPSS para Windows Evaluation Versión 14.0", con un intervalo de confianza del 95%, considerando que existía significación estadística de las diversas pruebas aplicadas

Deportista	Liga	Copa Rey	UEFA	Total
1	990	0	360	1350
2	1035	90	90	1215
3	1890	360	360	2610
4	553	63	47	663
5	1383	195	57	1635
6	1500	270	303	2073
7	253	65	0	318
8	440	65	45	550
9	598	58	92	748
10	1643	349	346	2338
11	1302	270	270	1842
12	90	0	0	90
13	810	360	0	1170
14	677	164	279	1120
15	6	135	0	141
16	1180	0	217	1397
17	371	61	170	602
18	1530	270	349	2149
19	232	72	90	394
20	956	174	270	1400
21	151	135	0	286
22	140	11	0	151
23	720	147	135	1002
24	720	259	318	1297
26	90	141	0	231
27	126	116	0	242
31	897	19	180	1096
33	30	0	12	42
34	81	0	12	93
35	360	90	0	450

Tabla 2. Minutos de competición de los componentes de la plantilla durante el periodo de estudio.

CLASIFICACIÓN TIPOS DE LESIONES	
Articular	Artritis Traumática hombro
	Artritis traumática interfalángica proximal quinto dedo pie
	Artritis traumática tobillo
	Artropatía traumática sacroiliaca
	Luxación hombro
	Esguince grado I del ligamento lateral Interno rodilla
	Esguince grado I del ligamento lateral externo del tobillo
	Esguince grado II del ligamento lateral externo del tobillo
	Rotura del ligamento cruzado anterior rodilla
Fractura	Fractura huesos nasales
	Fractura tabique nasal y huesos propios
Herida	Herida incisa ceja
	Herida incisa pómulo
Muscular	Contusión gemelo interno
	Contusión sóleo
	Contractura Isquiotibial
	Lumbalgia Aguda
	Rotura de fibras aductor
	Rotura de fibras bíceps femoral
	Rotura de fibras isquiotibial
	Rotura de fibras sartorio
	Sobrecarga muscular bíceps femoral
	Sobrecarga muscular aductor
	Sobrecarga muscular isquiotibiales
Sobrecarga muscular perineos	
Tendinopatía	Entesitis rotuliana
	Tendinopatía rotuliana
	Tenosinovitis tibial posterior
Otros	Cinetosis
	Cirugía Pterigium
	Faringoamigdalitis aguda
	Gastroenteritis aguda
	Perforación tímpano
	Síndrome gripal

Tabla 3.- Clasificación de los diferentes tipos de lesiones.

a los datos cuando  $p < 0.05$ . Como medidas descriptivas hemos utilizado la media y desviación estándar en variables cuantitativas y el porcentaje en variables cualitativas. Para la comparación de ambos grupos hemos utilizado el test de Studen para muestras independientes en variables cuantitativas y el test no paramétrico de Cochran para variables cualitativas.

## RESULTADOS:

La edad media del grupo que recibió la suplementación con MC fue de  $26,20 \pm 4,76$  años y de  $25,78 \pm 4,91$  años en el grupo control ( $p > 0.05$ ).

En el periodo estudiado se registraron un total de 51 lesiones, en el gráfico 1 se muestran los porcentajes de los diferentes tipos. Los índices lesionales fueron de  $6,58 \pm 3,1$  lesiones por cada mil horas de entrenamiento y  $46,80 \pm 9,6$  lesiones por cada mil horas de competición (Tabla 4).

En el grupo que recibió suplementos de MC se produjeron  $47,37 \pm 10,7$  lesiones cada mil horas de competición y  $2,27 \pm 0,54$  lesiones cada mil horas de entrenamiento, mientras que en el grupo que no tomó MC se produjeron  $46,43 \pm 12,4$  lesiones cada mil horas de competición

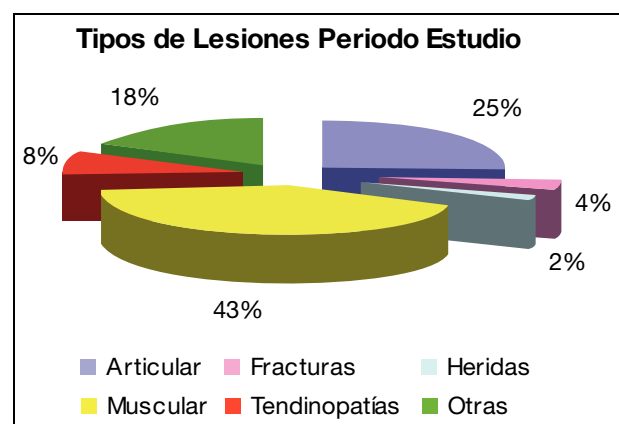


Gráfico 1. Distribución porcentual de los diferentes tipos de lesiones en el periodo de estudio.

ÍNDICES LESIONALES (Referentes a 1000 horas de Actividad)			
	CREATINA	CONTROL	TOTALES
<b>TODAS LAS LESIONES</b>			
Entrenamiento	$2,27 \pm 0,54$	$4,31 \pm 1,8^*$	$6,58 \pm 3,1$
Competición	$47,37 \pm 10,7$	$46,43 \pm 12,4$	$46,80 \pm 9,6$
<b>LESIONES MUSCULARES</b>			
Entrenamiento	$0,45 \pm 0,3$	$2,72 \pm 1,2^*$	$3,17 \pm 2,4$
Competición	$10,53 \pm 4,6$	$21,43 \pm 9,8^*$	$16,72 \pm 4,8$

Tabla 4. Índices lesionales por cada 1000 horas de entrenamiento o competición (Total y Lesiones musculares)

\* Significa ( $p < 0.05$ )

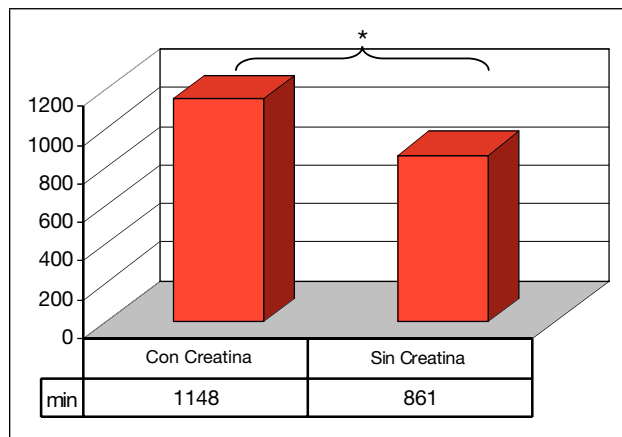


Gráfico 2. Media de minutos de competición jugados por los dos grupos de jugadores estudiados.  
\* Significa ( $p < 0.05$ )

( $p > 0.05$ ) y  $4.31 \pm 1.8$  lesiones cada mil horas de entrenamiento ( $P < 0.05$ ) (Tabla 4).

Durante los entrenamientos se produjeron  $3.17 \pm 2.4$  lesiones musculares cada mil horas de entrenamiento,  $0.45 \pm 0.3$  lesiones musculares cada mil horas de entrenamiento en el grupo que tomó MC y  $2.72 \pm 1.2$  lesiones musculares cada mil horas de entrenamiento en el grupo que no la tomó ( $p < 0.05$ ). Durante la competición se registraron  $16.72 \pm 4.8$  lesiones musculares cada mil horas de competición,  $10.53 \pm 4.6$  lesiones musculares cada mil horas de competición en el grupo que tomó MC y  $21.43 \pm 9.8$  lesiones musculares cada mil horas de competición en el grupo que no tomó ( $p < 0.05$ ) (Tabla 4).

Los deportistas que consumieron MC jugaron de media  $1.148,3 \pm 797,34$  (Media  $\pm$  desviación estándar) minutos de competición, mientras que los que no tomaron creatina jugaron  $860,6 \pm 712,24$  (Media  $\pm$  desviación estándar) minutos de media ( $p < 0.05$ ) (Gráfico 2).

El peso total medio del grupo que no tomó MC fue de  $75,96 \pm 7,97$  Kg. (Media  $\pm$  desviación estándar) al inicio del estudio y  $76,36 \pm 8,09$  Kg. (Media  $\pm$  desviación estándar) al final del mismo ( $p > 0.05$ ), en el grupo que tomó MC, al inicio del estudio el peso medio era de  $73,39 \pm 7$ kg y  $74,38 \pm 7,04$ kg (Media  $\pm$  desviación estándar) al final del periodo estudiado ( $p > 0.05$ ). El porcentaje graso en el grupo de control fue de  $14,7 \pm 2,02\%$  (Media  $\pm$  desviación estándar) al inicio del estudio y de  $14,98 \pm 2,25\%$  (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $p > 0.05$ ) al final, mientras que en el grupo al que se le administró MC el porcentaje inicial fue del  $13,54 \pm 1,46\%$  (Media  $\pm$  desviación estándar) mientras que el final fue de  $14,12 \pm 1,52\%$  (Media  $\pm$  desviación estándar) ( $p > 0.05$ ) (Gráfico 3).

La duración media de todas las lesiones en el grupo control fue de  $17,59 \pm 42,99$  días (Media  $\pm$  desviación estándar) frente a  $5,79 \pm 7,25$  (Media  $\pm$  desviación estándar) en el grupo que sí la tomaba ( $p < 0,05$ ). Las lesiones musculares

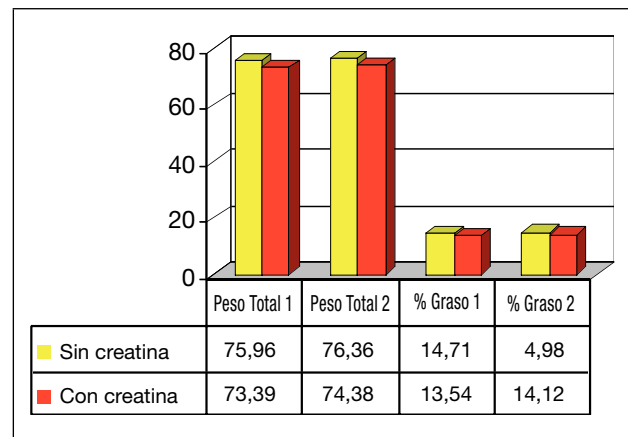


Gráfico 3. Evolución del peso total y del porcentaje graso

duraron una media de  $6,5 \pm 8,91$  días (Media  $\pm$  desviación estándar) en el grupo que no tomaba MC y  $7,75 \pm 5,32$  días (Media  $\pm$  desviación estándar) en el que sí ( $p > 0,05$ ).

Ninguno de los jugadores que recibió suplementos de creatina en nuestro estudio presentó efectos adversos.

## DISCUSIÓN:

Son múltiples los trabajos publicados que señalan los efectos beneficiosos de la creatina en deportistas (8, 5, 11-13, 15-16, 20-22), no obstante son pocos los que refieran la influencia de la creatina en la prevención de lesiones deportivas (8, 15, 23-25). Creemos que nuestro estudio, pese a sus limitaciones, resulta de interés en este aspecto ya que, en deportistas de elite, no se han publicado datos en estos campos.

Nuestras principales limitaciones metodológicas han sido el tamaño muestral y el diseño retrospectivo de nuestro estudio. En cuanto al tamaño muestral, sólo la realización de estudios multicéntricos podría aumentarlo ya que por normativa el número de fichas federativas en un equipo de primer nivel es limitado. Consideramos que la realización de este tipo de estudios puede ser de gran interés para el progreso de la medicina deportiva y sus aplicaciones en el rendimiento deportivo pero, hasta la fecha, nosotros no lo hemos podido llevar a cabo por diversos motivos.

El diseño retrospectivo de nuestra investigación nos hace ser prudentes con nuestras conclusiones y nos anima a realizar estudios en este campo con diseños prospectivos que añadan mayor valor a nuestros resultados.

Terminado nuestro estudio conocimos el Consenso FIFA sobre la definición y la recolección de datos epidemiológicos sobre lesiones en el fútbol (19), por lo que no se ha podido ajustar al mencionado consenso ya que éste

---

recomienda que los estudios epidemiológicos realizados sobre lesiones en el fútbol sean referidos a temporadas completas y nosotros hemos analizado los datos de las lesiones de la segunda mitad de la temporada.

Hemos considerado lesión a “toda aquella incidencia médica que producía que el deportista tuviese que abandonar o no pudiese participar en algún entrenamiento o competición”, este criterio lo seguimos de acuerdo con la Asociación Española de Médicos de Equipos de Fútbol, por ser la definición de lesión que utilizaba en las fechas de realización de nuestro estudio la asociación en sus estudios epidemiológicos. Para facilitar la comparación de nuestros datos con los de otros estudios, la clasificación de los tipos de lesiones y los diagnósticos que utilizamos para cada tipo de lesión, los exponemos en la tabla 3. Sin embargo, en el documento de consenso de la FIFA (19), al que hicimos referencia anteriormente, la lesión se define como “cualquier dolencia física que padece un futbolista y que se ha producido por un partido de fútbol o un entrenamiento, con independencia de que necesite atención médica y del tiempo que tarde en volver a jugar”, lo que tendremos que tener en cuenta para la realización de futuros estudios con el fin de hacer más comparables nuestros resultados con los de otros grupos de investigación.

Las dosis de MC que utilizamos en la realización de nuestro estudio las podemos calificar de medias-bajas, ya que utilizamos dosis de 5 gramos tres veces por semana. La administración de estas dosis de creatina se había realizado junto con hidratos de carbono ya que, como hemos expuesto, está demostrado que de esta manera la absorción del MC se incrementa (11, 15). Los motivos por los que se utilizaron dosis bajas de creatina fueron el que no deseábamos un aumento excesivo de peso en los jugadores a los que se le administraba y por que, por los datos de estudios ya publicados (6-7,21,26), conocíamos que no son necesarias dosis altas de creatina para conseguir los efectos ergogénicos de esta sustancia y que dosis superiores se relacionan con aparición de efectos secundarios (5-7, 21, 26-30).

Los jugadores que consumieron MC jugaron, de media, 1148 minutos de competición frente a los 861 de los que no la tomaron, además la desviación estándar de esta variable ha sido muy alta, debido a que dentro de una plantilla de treinta jugadores, los titulares jugaron la mayoría de los minutos (2338 el jugador que más minutos) mientras que algunos jugadores apenas jugaron (42 minutos el jugador que menos) (Tabla 3). Los tiempos de entrenamiento han sido los mismos para todos los componentes de la plantilla, a excepción de los días de después de un partido de competición (en los que los jugadores que habían competido el partido completo realizaban un entrenamiento de recuperación menos intenso que el resto de la plantilla) y en los jugadores lesionados que realizaban tratamiento y ejercicio adaptado hasta su recuperación.

Pese a que los jugadores que recibieron suplementos orales con MC jugaron de media más minutos de competición y entrenaron tiempos muy similares a los que no recibieron este suplemento, la incidencia de lesiones ha sido superior en el grupo control, siendo esta diferencia especialmente significativa en el caso de las lesiones musculares. Estos datos, por tanto, contradicen la hipótesis de que la suplementación con MC pueda aumentar la incidencia de lesiones deportivas, al menos con dosis bajas como las utilizadas en nuestro trabajo. Como era de esperar, al ser el MC una sustancia cuyo papel fisiológico lo realiza principalmente en el tejido muscular, no nos ha sorprendido que no existan diferencias significativas en la incidencia de otros tipos de lesiones entre los jugadores que recibían este suplemento y que sí existan estas diferencias para las lesiones musculares. Sólo en este tipo de lesiones hemos encontrado una diferencia significativa entre los jugadores que consumían creatina (4 lesiones musculares de un total de 22 lesiones musculares) frente a los que no la ingerían (18 lesiones musculares de un total de 22 lesiones musculares). Que la fibra muscular disponga de los mecanismos fisiológicos necesarios para la reparación de sus estructuras es crucial en la recuperación de los daños que en ella infringe el ejercicio y la suplementación oral con MC parece intervenir de una forma beneficiosa en este proceso. En cuanto a los tipos de lesiones más frecuentes nuestro estudio coincide con otros (31-33) en señalar que las lesiones musculares son las más frecuentes entre los futbolistas.

Cuando hemos analizado la incidencia de lesiones en referencia a su aparición durante la competición o los entrenamientos hemos obtenido datos aparentemente contradictorios con los publicados en la mayoría de los estudios consultados, ya que en estos trabajos se señala una mayor incidencia de lesiones durante la competición que durante el entrenamiento (34). En nuestro estudio, de las 51 lesiones registradas, 29 (56,86%) sucedieron en entrenamientos y 22 (43,14%) durante una competición. Esta aparente discrepancia con estudios publicados la podríamos achacar a diferentes metodologías a la hora de realizar los estudios ya que varían los criterios diagnósticos, el concepto de lesión y la diferente forma de recogida de datos de cada estudio. No obstante, si los datos los comparamos utilizando índices lesionales confeccionados teniendo en cuenta las horas de participación deportiva en entrenamientos y en competición, las diferencias no se muestran tan marcadas. En el periodo de estudio nuestros deportistas presentaron  $6,58 \pm 3,1$  lesiones cada mil horas de entrenamiento y  $46,8 \pm 9,6$  lesiones cada mil horas de competición, resultados que podemos considerar similares a los datos publicados recientemente (34), correspondientes a los equipos europeos participantes en la liga de campeones 2001-2002, en la que los jugadores sufrieron una media de  $5,8 \pm 2,1$  lesiones cada mil horas de entrenamiento y  $30,5 \pm 11$  lesiones cada mil horas de competición.

Algunos autores han sugerido que la ingesta de suplementos orales de MC durante periodos de entrenamiento intenso puede provocar la aparición de lesiones músculo-esqueléticas, como las roturas musculares (15, 35). En estos trabajos se ha postulado que debido a que la suplementación con creatina puede promover un rápido incremento en la fuerza y la masa corporal, el atleta puede estar más predispuesto a un estrés adicional en sus músculos, articulaciones, ligamentos y tejido conectivo. Estas sugerencias han provocado que algunos entrenadores y médicos hayan limitado la suplementación de creatina a sus atletas, especialmente durante periodos de entrenamiento intenso. Contrariamente, el principal resultado del presente estudio muestra como la ingesta de creatina tuvo una incidencia significativa en la prevención de lesiones musculares. Este resultado está en línea con los trabajos publicados por Greenwood y colaboradores (25,36), quienes mostraron como la ingesta de creatina en jugadores de rugby profesionales durante 3 temporadas no incrementó el número de lesiones musculares o calambres en comparación con atletas que no realizaron la ingesta. Los resultados del presente estudio y los publicados por Greenwood et al., aportan una mayor veracidad a los numerosos estudios que han propuesto que la suplementación con creatina no provoca los efectos adversos anteriormente sugeridos ni otros problemas de salud asociados (6-7,10,21, 30,37). En este sentido, se podría argumentar que la suplementación con MC permitiría a los atletas tolerar la carga de entrenamiento de una manera más eficiente y, en consecuencia, reduciría la incidencia de lesión.

Para determinar la duración de la baja por lesión hemos contabilizado los días que transcurrían desde el inicio de la lesión hasta la fecha en la que el jugador se incorporaba al trabajo con el grupo. Esta forma de calcular la duración de la lesión creemos que refleja más correctamente la duración de la lesión que cuando se calcula considerando desde el inicio de la lesión hasta que el jugador vuelve a incorporarse a la competición ya que, en este segundo caso, la participación en la competición se ve influenciada por el calendario de competiciones y por decisiones técnicas que podrían desvirtuar el tiempo que se quiere medir. En cuanto a la duración de la baja por lesión, las diferencias que alcanzaron significación estadística (Todas, Articular, Fracturas y otras) se explican por que en el grupo de lesiones articulares hubo una rotura del LCA en un jugador que no tomaba creatina y en las fracturas hubo una fractura facial compleja (Afectación conjunta de huesos nasales, pirámide nasal y tabique nasal) que, por su larga duración, explican la diferencia estadística, que por otra parte no creemos achacable a la ingesta o no de creatina. En cuanto a las lesiones musculares, no hemos podido encontrar diferencias estadísticamente significativas, en la duración de la baja, entre el grupo que recibió la creatina y el grupo control, hecho que podríamos achacar al reducido número de casos y el corto periodo

de estudio por lo que, para aclarar si la suplementación de creatina puede acortar o no la recuperación de las lesiones musculares, será necesaria la realización de estudios con mayor número de participantes y de un mayor tiempo de observación.

Cuando comparamos nuestros datos con los publicados en estudios epidemiológicos sobre lesiones en el fútbol (31-33, 38-42) encontramos que, en cuanto al puesto de juego, los estudios publicados no encuentran una incidencia mayor en función del puesto de juego, salvo para las mujeres, en las que las medio campistas sufren una mayor incidencia de lesiones. En nuestro estudio la demarcación que mayor incidencia de lesiones ha registrado ha sido la delantera, aunque no hemos podido demostrar diferencias estadísticamente significativas con otras demarcaciones. Esta aparente diferencia con los datos que nos ofrece la bibliografía consultada la achacamos, de nuevo, a nuestra reducida casuística.

En el análisis de nuestros resultados, una objeción que nos planteamos fue si los resultados referentes a las lesiones musculares estaban influidos por una mayor incidencia de contusiones musculares en alguno de los dos grupos estudiados. Por este motivo desglosamos las lesiones musculares valorando los datos sin incluir las contusiones. Tras el análisis estadístico de los datos no hemos podido encontrar diferencias significativas entre los dos grupos, ni para la incidencia de contusiones musculares, ni en la duración de la baja por lesión.

En el periodo estudiado no hemos registrado ningún caso de efectos secundarios con la administración de creatina. Estos resultados no nos han sorprendido dado que los efectos secundarios de la creatina, tal como expusimos en la introducción del presente trabajo, son dosis dependientes y a dosis bajas, como las que hemos utilizado, no era de esperar la aparición de efectos adversos con la administración de las mencionadas dosis de creatina.

En todo equipo de fútbol y más en un equipo profesional, las medidas preventivas de las lesiones deportivas son múltiples y no podemos olvidar que la suplementación con MC puede ser una ayuda eficaz, pero nunca debe ser la única ni la principal medida preventiva que apliquemos.

## **CONCLUSIONES:**

La suplementación con dosis bajas de MC es un factor coadyuvante en la prevención de lesiones musculares en futbolistas. Queda por dilucidar los mecanismos fisiológicos por los que podría realizar esta función y su aplicación en la recuperación de lesiones deportivas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Parra J, Mascaró A, Balias R, García M, Cugat R. Reparación Muscular: regeneración y biogénesis del músculo esquelético. En: Balias R. Patología muscular en el deporte. Diagnóstico, Tratamiento y recuperación funcional. Barcelona: Masson; 2005. p. 27-36.
2. Huard J, Li Y, Fu FH. Muscle injuries and repair: current trends in research. *J Bone Joint Surg* 2002;84 (5):822-32.
3. Garret WE Jr. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:436-43.
4. Garret WE Jr, Seaber AV, Boswick J, Urbaniak JR, Goldner JL. Recovery of skeletal muscle after laceration and repair. *J Hand Surg [Am]* 1984;9:683-92.
5. Bemben MG, Lamont HS. Creatine supplementation and exercise performance: recent findings. *Sports Med* 2005;35(2):107-25.
6. Kreider RB, Melton C, Rasmussen CJ, Greenwood M, Lancaster S, Cantler EC et al. Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Mol Cell Biochem* 2003;244(1):95-104.
7. Kreider RB. Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Mol Cell Biochem* 2003;244(1):89-94.
8. Gualano B, Coelho DF, Batista RN, Artioli GG, Onofre TF. Does high dose creatine supplementation change body composition without important adverse effects in sedentary healthy males submitted to aerobic training?. *Br J Sports Med* 2006;40:92-8.
9. Wilkinson ID, Mitchell N, Breivik S, Greenwood P, Griffiths PD. Effects of creatine supplementation on cerebral white matter in competitive sportsmen. *Clin J Sport Med* 2006;16(1):63-7.
10. Watson G, Casa DJ, Fiala KA, Hile A, Roti MW, Healey JC et al. Creatine use and exercise heat tolerance in dehydrated men. *Journal of Athletic Training* 2006;4(1):18-29.
11. Snow EJ, Murphy RM. Factors influencing creatine loading into human skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31(3):154-8.
12. Persky AM, Brazeau GA. Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrate. *Pharmacological Reviews* 2001;53(2):161-76.
13. Casey A, Greenhaff. Does dietary creatine supplementation play a role in skeletal muscle metabolism and performance?. *Am J Clin Nutr* 2000;72 Suppl:S607-17.
14. Greenwood M, Farris J, Kreider R, Greenwood L, Byars A. Creatine supplementation patterns and perceived effects in select division I collegiate athletes. *Clin J Sport Med* 2000;10(3):191-4.
15. Terjung RL, Clarkson P, Eichner ER, Greenhaff PL, Hespel PJ, Israel RG et al. American College of Sports Medicine roundtable. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(3):706-17.
16. Williams MH, Branch JD. Creatine supplementation and exercise performance: an update. *Journal of the American College of Nutrition* 1998;17(3):216-34.
17. Le Grand F, Rudnicki M. Skeletal muscle satellite cells and adult myogenesis. *Curr Opin Cell Biol* 2007;19(6):628-33.
18. Anderson JE. The satellite cell as a companion in skeletal muscle plasticity: currency, conveyance, clue, connector and colander. *J Exp Biol* 2006;209(12):2276-92.
19. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen T E, Bahr R, Dvorak J et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med* 2006;40(3):193-201.
20. Hespel P. Dietary supplements for football. *Journal of Sports Sciences* 2006;24(7):749-61.
21. Schilling BK, Stone MH, Utter A, Kearney JT, Johnson M, Coglianese R et al. Creatine supplementation and health variables: a retrospective study. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(2):183-8.
22. Fillmore CM, Bartoli L, Bach R, Park Y. Nutrition and dietary supplements. *Physical Medicine & Rehabilitation Clinics of North America* 1999;10(3):673-703.
23. Bloomer RJ. The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. *Sports Medicine* 2007;37(6):519-32.
24. Gualano B, Batista RN, Artioli GG, Onofre TF, Scagliusi FB. Effects of creatine supplementation on lipid profile among healthy sedentary subjects submitted to aerobic training. *Br J Sports Med* 2006;40:98-102.
25. Greenwood M, Kreider RB, Greenwood L, Byars A. Cramping and Injury Incidence in Collegiate Football Players Are Reduced by Creatine Supplementation. *J Athl Train* 2003;38(3):216-9.
26. Bizzarini E, De Angelis L. Is the use of oral creatine supplementation safe? *J Sports Med Phys Fitness* 2004;44(4):411-6.
27. Groeneveld GJ, Beijer C, Veldink JH, Kalmijn S, Wokke JH, van den Berg LH. Few adverse effects of long-term creatine supplementation in a placebo-controlled trial. *Int J Sports Med* 2005;26(4):307-13.
28. Mesa JL, Ruiz J, Hernández J, Mula FJ, Castillo MJ, Gutiérrez A. Creatina como ayuda ergogénica: efectos adversos. *Archivos de Medicina del Deporte* 2001;18(86):613-9.
29. Poortmans JR, Francaux M. Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction?. *Sports Med* 2000;30(3):155-70.
30. Robinson TM, Sewell DA, Casey A, Steenge G, Greenhaff PL. Dietary creatine supplementation does not affect some haematological indices, or indices of muscle damage and hepatic and renal function. *Br J Sports Med* 2000;34(4):284-8.
31. Chomiak J, Junge A, Peterson L, Dvorak J. Severe injuries in football players. *The American Journal of Sports Medicine* 2000;28 Suppl 1:24-32.
32. Miguel A, Rodríguez MC, Echegoyen S, Gaxiola R, Estrella B. Frecuencia de lesiones en el club Universidad Nacional. Lesiones en el fútbol en profesionales y fuerzas básicas. *Rev Mex Ortop Traum* 1998;12(5):406-10.
33. McGrath A, Ozzane-Smith J. Heading injuries out of soccer: a review of the literature. Monash University: Accident Research Centre; 1997. Report 125.
34. Walden M, Hagglund M, Ekstrand J. UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *Br J Sports Med* 2005;39(8):542-6.
35. Juhn MS, O'Kane JW, Vinci DM. Oral creatine supplementation in male collegiate athletes: a survey of dosing habits and side effects. *J Am Diet Assoc* 1999;99:593-5.
36. Greenwood M, Kreider RB, Melton C. Creatine supplementation during college football training does not increase the incidence of cramping or injury. *Mol Cell Biochem* 2003;244:83-8.
37. Stone MH, Schilling BK, Fry AC. A retrospective study of long-term creatine supplementation on blood markers of health. *J Strength Cond Res* 1999;13:434-6.
38. Giza E, Mithofer K, Farrell L, Zarins B, Gill T. Injuries in women's professional soccer. *Br J Sports Med* 2005;39(4):212-6.
39. Meyers MC, Barnhill BS. Incidence, causes, and severity of high school football injuries on field turf versus natural grass. *Am J Sports Med* 2004;32:1626-38.
40. Petridou E. Sports injuries in the EU countries in view of the 2004 Olympics: Harvesting the information from existing database (Phase I). Final Report. [En línea] 3 Febrero 2004 [fecha de acceso 8 de enero de 2006] URL Disponible en: [http://europa.eu.int/comm/health/ph\\_projects/1999/injury/fp](http://europa.eu.int/comm/health/ph_projects/1999/injury/fp)
41. Hergenroeder AC. Prevention of sports injuries. *Pediatrics* 1998;101(6):1057-63.
42. Keller CS, Noyes FR, Buncher CR. The medical aspects of soccer injury epidemiology. *Am J Sports Med* 1987;15:230-7.