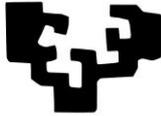


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



Jarduera Fisikoaren eta
Kirolaren Zientzien Fakultatea
Facultad de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte

Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala.

Trabajo Fin de Grado

Autor: Villar Pajares, Fernando

Director: Arratibel Imaz, Iñaki

Curso académico: 2014/2015

Convocatoria: Julio/ 2015

Índice:

1. Introducción.....	4
1.1.Marco teórico.....	5
2. Material y método.....	10
2.1. Sujetos.....	10
2.2. Protocolo.....	11
2.3. Mediciones.....	12
2.3.1. Mediciones antropométricas.....	12
2.3.2. Pruebas de rendimiento.....	13
2.4. Análisis estadístico.....	20
3. Resultados.....	21
4. Discusión.....	23
5. Conclusión.....	24
6. Referencias Bibliográficas.....	25
7. Anexos.....	27
7.1. Anexo 1: Hoja informativa.....	27
7.2. Anexo 2: Consentimiento informado.....	28
7.3. Anexo 3: Informe favorable del comité ético.....	30
7.4. Anexo 4: Autorización del presidente del club.....	31

Resumen

Propósito: Esta investigación examina los efectos de la suplementación con creatina en los esfuerzos de alta intensidad no prolongados en el tiempo, más concretamente en la posible mejora de la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala. **Método:** el estudio está diseñado con formato doble ciego. Se ha realizado a 10 jugadores varones integrantes de un equipo de fútbol sala, unas mediciones antropométricas (masa total y estatura) y unas pruebas que miden su rendimiento, estrechamente relacionadas con la capacidad de "sprint" (Squat Jump, Counter Movement Jump y Sprint de 20 metros de distancia lanzado). Después de esta primera recogida de datos, los jugadores han sido incluidos en un grupo que ha sido suplementado con CREATINA, o en un grupo PLACEBO. Ambos grupos tomaron durante 6 días, 20 gramos de producto, y una vez finalizado este periodo, se repitieron de nuevo tanto las mediciones antropométricas, como las pruebas de rendimiento. Concluidas estas segundas mediciones, comenzaron a tomar únicamente 5 gramos diarios durante 28 días, y de nuevo, una vez acabado este periodo, se repitieron las pruebas y mediciones. **Resultados:** No ha habido diferencias significativas que muestren cambios del IMC en ninguno de los dos grupos. Si existen mejoras significativas en las pruebas de rendimiento de las segundas mediciones respecto a las primeras, pero no son achacables a la ingesta de monohidrato de creatina, ya que sujetos de ambos grupos han mejorado. **Conclusión:** la creatina no ha mejorado la capacidad de sprint de estos deportistas.

Palabras clave: CREATINA, SPRINT, FUTBOL SALA, SUPLEMENTACIÓN.

1. Introducción

La creatina fue descubierta, en 1835, por Chevreul y estudiada detenidamente por Liebig en 1847. (Prieto, 2004). A partir de este momento comenzaron a estudiarse sus efectos como ayuda ergogénica en la práctica deportiva. Desde entonces hasta la actualidad podemos encontrar numerosos estudios científicos, la mayoría reflejan mejoras en el rendimiento deportivo tras la suplementación con creatina, aunque hay algunos otros que afirman que no se ha producido ningún tipo de mejoría significativa. (García López, Herrero Alonso & González Boto, 2003).

Entre los estudios que reflejan mejoras en el rendimiento deportivo encontramos por ejemplo el de Izquierdo, Ibanez, Gonzalez-Badillo, & Gorostiaga, (2002), planteado a doble ciego, en el que se suplementó durante 5 días a 19 jugadores de balonmano y se les realizaron mediciones pre y post suplementación, tanto antropométricas, que demostraron un aumento de la masa muscular en el grupo suplementado con creatina, como test de rendimiento, que medían fuerza y potencias máximas, así como el nivel de fatiga en repeticiones máximas de diferentes ejercicios de tren superior e inferior, en la mayoría de los ejercicios se obtuvieron mejoras significativas en el grupo que se había suplementado con creatina respecto al grupo que había ingerido placebo. También el de Kambis & Pizzedaz, (2003), realizado a 22 mujeres jóvenes suplementadas con 0,5 gramos por kilogramo de peso durante 5 días consecutivos, con formato a doble ciego, también con grupo control (Placebo) y grupo experimental (Creatina). El rendimiento físico en acciones explosivas mejoró en el grupo suplementado con creatina, aunque en este caso no se registraron diferencias significativas en el aumento del peso corporal.

Existen muchos artículos científicos acerca de los beneficios de la suplementación con creatina en esfuerzos intensos y de corta duración, (García López et al, 2003) sin embargo no hemos encontrado ninguno enfocado hacia el fútbol sala, donde la capacidad y potencia de sprint es uno de los factores más limitantes del rendimiento.

Algunos de los estudios que existen utilizan un protocolo de toma de creatina aguda (una cantidad que oscila en torno a los 20 gramos) durante un periodo corto de tiempo (Santos et al, 2003, Izquierdo et al, 2002 o Kilduff et al, 2002). Otros utilizan dosis menores durante un período más prolongado de tiempo y parecen tener efectos similares (Rico-Sanz, 1997 citado por García López et al, 2003). Algún otro utiliza un protocolo similar al nuestro, suministrando la suplementación en una fase aguda de 20 gramos, para luego seguir suministrándola en dosis más pequeñas durante un periodo de tiempo más prolongado, como (Newman, Hargreaves, Garnham y Snow, 2003).

La principal motivación para la realización de este trabajo, tal y como ha sido diseñado, es la escasez de estudios sobre los efectos que produce la creatina en deportistas de fútbol sala, pero también, la utilización de un protocolo similar (Newman, et al 2003), lo que nos ha permitido comparar los resultados de una fase aguda de carga, con los resultados de una fase más prolongada en el tiempo con un aporte menor de creatina, que según la evidencia científica debería tener efectos similares.

1.1. Marco teórico

Tanto la potencia como la capacidad alácticas son factores limitantes y determinantes del rendimiento en los jugadores de fútbol sala, como menciona en su trabajo (Barbero, Barbero & Melilla, 2003). De este modo, el “sprint” es decisivo en numerosas acciones de juego como los contra-ataques o repliegues rápidos defensivos.

El adenosina trifosfato (ATP) almacenado en el músculo esquelético es limitado y reducido, de modo que un esfuerzo máximo agota estas reservas de ATP en menos de un segundo. Si la demanda de energía persiste y la intensidad del esfuerzo sigue siendo máxima, el organismo resintetiza por vía anaeróbica este ATP a través de la transferencia de energía de otro compuesto rico en fosfato, la fosfocreatina (PCr). (Santos, et al, 2003). La fosfocreatina es un compuesto formado a partir de la combinación de un fosfato con una molécula de creatina (Cr), que a su vez es otro compuesto natural nitrogenado

muy similar en su estructura molecular a los aminoácidos (Barbany, 2002; Guillén del Castillo y Linares, 2002 citados en García López, Herrero Alonso & González Boto, 2003).

La creatina, se puede sintetizar de forma endógena sin necesidad de ser ingerida en el hígado, en el páncreas y en los riñones a partir de los aminoácidos arginina, glicina y metionina (Mújika y Padilla, 1997; Barbany, 2002; Waldron, 2002 citados en García López, et al, 2003). Para reponer los 2 gramos de creatina diarios que necesita nuestro organismo, no es suficiente con el aporte endógeno, que es de 1 gramo diario, si no que es necesario consumirla de manera exógena con la ingesta alimenticia a través de la dieta para así completar las necesidades requeridas por nuestro organismo. (Barbany, 2002 citado en García López, et al, 2003).

La mayoría de la creatina de nuestro cuerpo es transportada por vía sanguínea hacia otros tejidos, mayoritariamente hacia la masa muscular del individuo, que capta y almacena entre el 95 al 98% del total de la creatina. (Ayllón, 2001)

La creatina se encuentra en el organismo de dos maneras diferentes:

“Libre” (en torno al 40% del total de nuestro organismo o “unida” a un fósforo, la Fosfocreatina o PCr, formando un compuesto con gran capacidad de reponer energía, como ya hemos mencionado antes. Asociada al fósforo, podemos encontrar en torno al 60% de la creatina total que alberga nuestro cuerpo. (Mcardle, Katch & Katch, 2000 y Volek & Kraemer, 1996 citados en Ayllón, 2001)

Mantener un adecuado nivel de creatina "libre" en la masa muscular va a facilitar la reposición y conservación de la Fosfocreatina (Ayllón, 2001), pudiendo ésta resintetizar por vía anaeróbica el ATP muscular, optimizando el rendimiento deportivo en esfuerzos intensos y de corta duración.

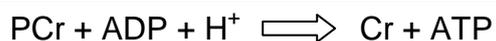


Figura 1: Obtención de energía a partir de la PCr

La cantidad de creatina "unida" a un fósforo, Fosfocreatina, es una fuente de reserva energética para el músculo, que va a garantizar una rápida recuperación del ATP. Pero una vez utilizada esta Fosfocreatina para la resíntesis del ATP, aportando el fósforo a la molécula de ADP, la creatina no puede ser reutilizada, degradándose en creatinina que será posteriormente eliminada por la acción de los riñones. (Ayllón, 2001).

La reposición de la Fosfocreatina es posible gracias a la creatina almacenada de forma "libre", mediante el proceso de unión de un fósforo a estas moléculas. Esta reposición tiene lugar en el transcurso de periodos de descanso o en los que las intensidades de esfuerzo son muy bajas. Este proceso es facilitado cuando los niveles de creatina "libre" intracelular son elevados, (Ayllón, 2001). De ahí la importancia de aumentar la concentración de Fosfocreatina (creatina "unida") y creatina "libre" en el músculo para una mejora en el rendimiento deportivo en esfuerzos intensos y de corta duración.

Metabólicamente la Fosfocreatina constituye el respaldo directo para resintetizar de manera rápida el ATP, y la creatina "libre" la fuente para mantener estables en el tiempo los niveles de Fosfocreatina y garantizar la regeneración de energía, especialmente en ejercicios alta intensidad. (McArdle, Katch & Katch, 2000 y Wilmore & Costill, 1994 citados en Ayllón, 2001)

La creatina, también denominada ácido guanidinacético, ($C_4H_9O_2N_3$) es una molécula compuesta por 4 átomos de carbono, 9 de hidrógeno, 2 de oxígeno y 3 de nitrógeno. En la figura 2 podemos observar como es su estructura molecular.

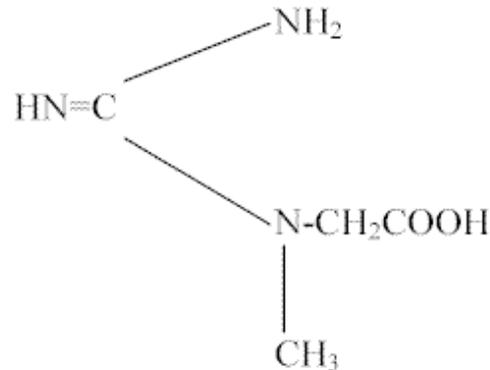


Figura 2 (Prieto, R. G., 2004).

La fosfocreatina, también llamada ácido creatin-fosfórico ($C_4H_9PO_5N_3$) es una molécula compuesta por 4 átomos de carbono, 9 de hidrógeno, 1 de fósforo, 5 de oxígeno y 3 de nitrógeno. En la figura 3 se puede observar su estructura molecular:

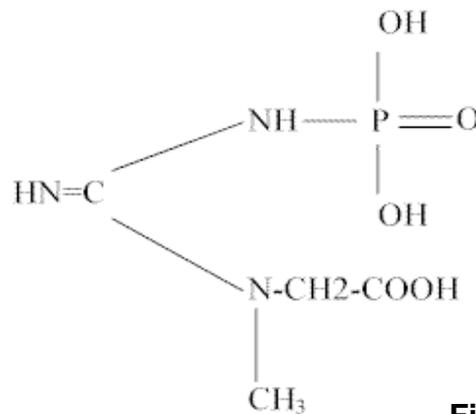


Figura 3 (Prieto, R. G., 2004).

El músculo esquelético realizando un esfuerzo a máxima intensidad deplecciona las reservas de ATP y PCr en torno a los 10 segundos de trabajo. Se puede por lo tanto deducir, que la concentración de PCr intramuscular es un factor limitante del rendimiento en esfuerzos máximos de corta duración.

CLASE DE MÚSCULO	ATP	FOSFATO DE CREATINA
	(mmol/kg. de tejido)	
Musc. Esquelético	5	20
Músc. Cardíaco	1,5	2
Musc. Liso	2	0,7

Tabla 1: Concentración de ATP y fosfato de creatina en distintos tipos de músculos (Mohler, J., 1984; citado por Prieto, R. G., 2004)

Por todo esto, se ha escogido la aportación exógena con monohidrato de creatina como suplemento que aumenta la concentración muscular de fosfocreatina, para estudiar si el aporte exógeno de esta sustancia tiene repercusión en la mejora de movimientos explosivos y en el sprint, tal y como han demostrado diversos estudios hasta la actualidad en otros deportes, como (Izquierdo, et al 2002 ó Kambis & Pizzedaz, 2003), ya que considerando el rol que la creatina desempeña en el metabolismo energético, el aumentar su concentración mediante el aporte exógeno en forma de suplemento alimenticio, debiera mejorar la capacidad y potencia de trabajo ante esfuerzos intensos, debido a que un mayor nivel de creatina "libre" favorecería la formación de Fosfocreatina, acelerando la reposición del ATP requerido para efectuar una determinada intensidad de trabajo. (Mcardle, Katch & Katch, 2000; Naclerio Ayllón, 1999; Volek & Kraemer, 1996 citados en Ayllón, 2001)

El objetivo del presente trabajo es examinar los posibles efectos, tanto a nivel antropométrico, como en el rendimiento, de la suplementación con monohidrato de creatina, utilizando dos protocolos de carga, uno agudo y otro más prolongado en el tiempo, en la capacidad de sprint y esfuerzos explosivos, como saltos, en deportistas que practican fútbol sala.

2. Material y método

2.1. Sujetos:

La elección del equipo de fútbol sala con el que se realiza el siguiente estudio ha sido realizada en la localidad de Logroño, tras plantear al presidente del Club Cosmos F.S. La Estrella nuestro propósito y éste mostrar total interés y disposición a ayudarnos, siempre y cuando los integrantes del equipo estuviesen de acuerdo. De este modo se planteó el estudio a los jugadores, sin ningún tipo de compromiso con el investigador, dando total libertad a la negación en la participación en el estudio, e informando a los participantes de la posibilidad de abandono antes o incluso una vez comenzado el mismo.

Diez jugadores varones (dos porteros y ocho jugadores de “campo”) aceptaron participar en la investigación. Se ha obtenido un consentimiento informado por escrito (*anexo 2*), por parte de los diez jugadores, a través del cual han sido debidamente informados del propósito del estudio y de los posibles potenciales riesgos que el mismo entraña (*anexo 1*). Todos los procedimientos experimentales han sido aprobados por el Comité Ético de la Universidad del País Vasco (*anexo 3*).

La totalidad de los jugadores que participan en el estudio, forman parte del mismo equipo de fútbol sala y compiten a nivel regional en la categoría “2ª senior masculino”. Todos los jugadores son mayores de edad, siendo el promedio $24,1 \pm 2,6$ (media \pm desviación estándar). Los diez jugadores tienen rutinas alimenticias similares, sin ningún vegetariano entre los sujetos de prueba. La altura media es $179,7 \pm 7,2$ y un índice de masa corporal de $24,5 \pm 2,1$, antes de comenzar con el periodo de suplementación.

2.2. Protocolo:

Después de la realización de las pruebas “pre test”, comenzó el periodo de suplementación con monohidrato de creatina para cinco de los jugadores integrantes del equipo, a su vez los cinco restantes que participan en el estudio tomaron un placebo con características de aromatización, textura, solubilidad y color prácticamente idénticas al suplemento proporcionado a sus compañeros.

El estudio se realizó a doble ciego, de modo que ni el investigador ni los propios participantes sabían quiénes formaban parte del grupo suplementado y quiénes del grupo placebo. Los botes, tanto de suplementación, como de placebo, han sido identificados por el proveedor, quien era la única persona que conocía el contenido de los mismos, proporcionando estos datos una vez finalizado el estudio con todas las mediciones de las pruebas ya realizadas.

El periodo de ingesta exógena para ambos grupos (placebo y creatina) comenzó al mismo tiempo, un día después de haber realizado las pruebas “pre test”. Durante los primeros 6 días consumieron 20 g de producto al día, en cuatro tomas de 5 g espaciadas a lo largo del mismo. A su vez durante los siguientes 28 días consumieron 5 g diarios en ayunas del producto.

Se ha utilizado un protocolo similar al de otros estudios científico, (Newman, et al 2003), realizando primero una “fase de carga aguda” (de 20 g diarios) para después reducir la dosis durante un periodo más prolongado de tiempo, (en este caso a 5 g diarios).

Los participantes disolvieron la creatina o el placebo en 250 ml de agua con ayuda de una cuchara, a continuación y sin demorarse, se la bebían.

Se ha elegido este protocolo porque queríamos tanto contrastar los resultados de las pruebas de rendimiento “pre” y “post” suplementación, como observar si había alguna incidencia en las mediciones antropométricas (peso e IMC). Por ello no queríamos realizar únicamente una fase aguda de carga que durase unos pocos días, ya que la incidencia en tan poco tiempo sería mínima a nivel antropométrico, sino que hemos preferido complementarla con una fase de mantenimiento de aporte exógeno de creatina con dosis menores, para que el

aporte de creatina sea más prolongado en el tiempo y nos pueda proporcionar datos más fiables en las mediciones antropométricas.

2.3. Mediciones:

2.3.1. Mediciones antropométricas:

Antes de la realización de las pruebas de rendimiento y del comienzo de la fase de suplementación, se realizaron una serie de mediciones antropométricas a los deportistas, siendo estas:

- Mediciones del peso total y estatura del deportista con la ayuda de una báscula digital Jata hogar modelo 506N.
- Índice de masa corporal (IMC), a través del peso y la altura, calculamos este parámetro.

	Altura	Edad	Peso	IMC
Media de los sujetos	179,7	24,1	79,0	24,5
Desviación estándar	7,196	2,601	7,633	2,108

Tabla 2: Media y desviación estándar de las primeras mediciones antropométricas

Las mediciones antropométricas han sido realizadas en dos ocasiones más, una 6 días después del comienzo de la suplementación (fase aguda de carga) y la última, 4 semanas después de la segunda medición, inmediatamente finalizaron la aportación exógena del producto, como se puede observar en las Tablas de resultados 3 y 4 y en la cronología del estudio de la Figura 4.

	Altura	Edad	Peso	IMC
Media de los sujetos	179,7	24,1	78,9	24,4
Desviación estándar	7,196	2,601	8,048	2,206

Tabla 3: Media y desviación estándar de las segundas mediciones antropométricas

	Altura	Edad	Peso	IMC
Media de los sujetos	179,7	24,1	79,3	24,6
Desviación estándar	7,196	2,601	7,445	2,168

Tabla 4: Media y desviación estándar de las terceras mediciones antropométricas

De este modo ha sido posible realizar el estudio de las variaciones entre las diferentes mediciones comparando los resultados obtenidos antes del comienzo de la suplementación (primeras mediciones), una vez finalizada la fase aguda (segundas mediciones) y una vez finalizada la aportación exógena (terceras mediciones).

2.3.2. Pruebas de rendimiento:

Para evaluar la posible mejora en el rendimiento, se realizaron las mismas pruebas antes del proceso de suplementación e inmediatamente después de la fase aguda (6 días de duración), así como una vez finalizada la ingesta del producto. (Como se puede observar en la figura 4).

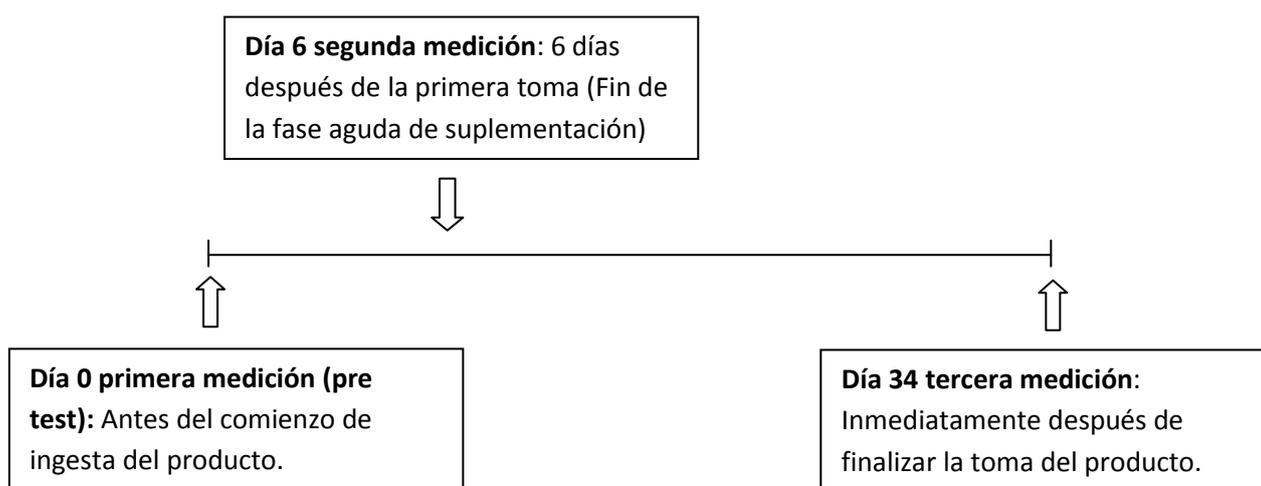


Figura 4: Temporalización de los tests.

Cada test se repitió un número de tres veces con recuperaciones completas del deportista entre ellas, anotando sólo el mejor de los tres resultados como resultado definitivo. Las pruebas escogidas para la valoración del rendimiento fueron las siguientes:

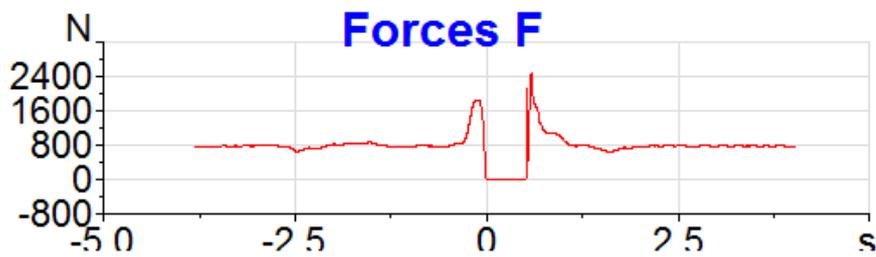
- Squat Jump
- Counter Movement Jump
- Sprint lanzado (10 metros de aceleración previa).

Tanto el Squat Jump como el Counter Movement Jump nos han permitido conocer la fuerza del tren inferior, a través de la altura alcanzada por el individuo. Una mejora en la fuerza explosiva del tren inferior puede traducirse como una ganancia en la capacidad de aceleración del individuo, repercutiendo directamente en la potencia del "sprint".

Para realizar de manera correcta el Squat Jump, era necesario que, la planta de los pies estuviese en su totalidad en contacto con el suelo, las rodillas estuvieran con una flexión total de 90 grados, las manos apoyadas en la cintura y el tronco recto.

El Counter Movement Jump se realizó de igual manera pero variando la posición de partida del salto, siendo esta erguida. El deportista se encogía hasta una flexión de rodillas de 90 grados, dónde realizaba la extensión para iniciar la fase de vuelo del salto.

Para la medición fidedigna de estas dos pruebas se ha utilizado como instrumento de medida la plataforma de fuerzas kistler Quatro Jump, que registra de manera correcta, en un ordenador, la altura final alcanzada por cada individuo en cada uno de sus saltos, como se puede ver a continuación en la figura 5 y 6:



Squat Jump (SJ)

Kistler Quattro Jump Bosco Protocol Version 1.0.9.2

Name: xxxxxxxxxxxxxxxx

Birthdate: xxxxxxxxxxxxxxxx

Date: xxxxxxxxxxxxxxxx

Bilateral Deficit: n/a %

Legend#	Leg	hf [cm]	hc [cm]	Pavg [W/kg]
4	Both	43.3	-22.0	23.7

Avg. 43.3 -22.0 23.7

Stdev. 0.0 0.0 0.0

○ Altura alcanzada en el salto

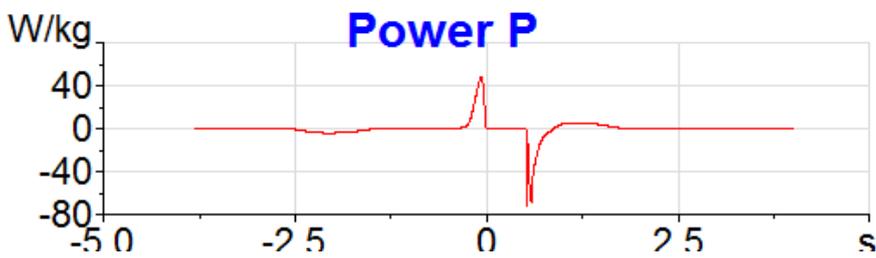
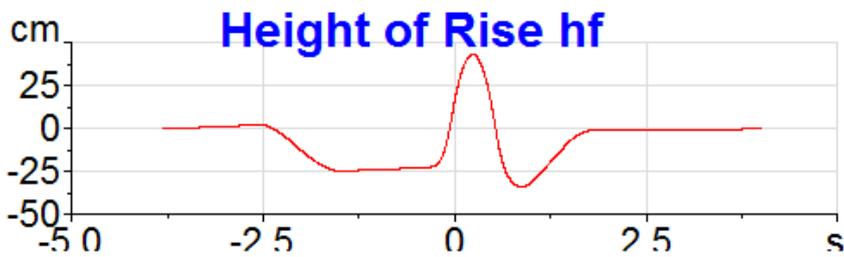
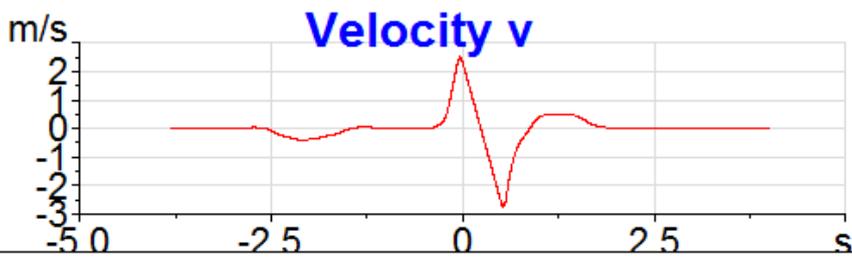


Figura 5: Altura y gráficos del SJ

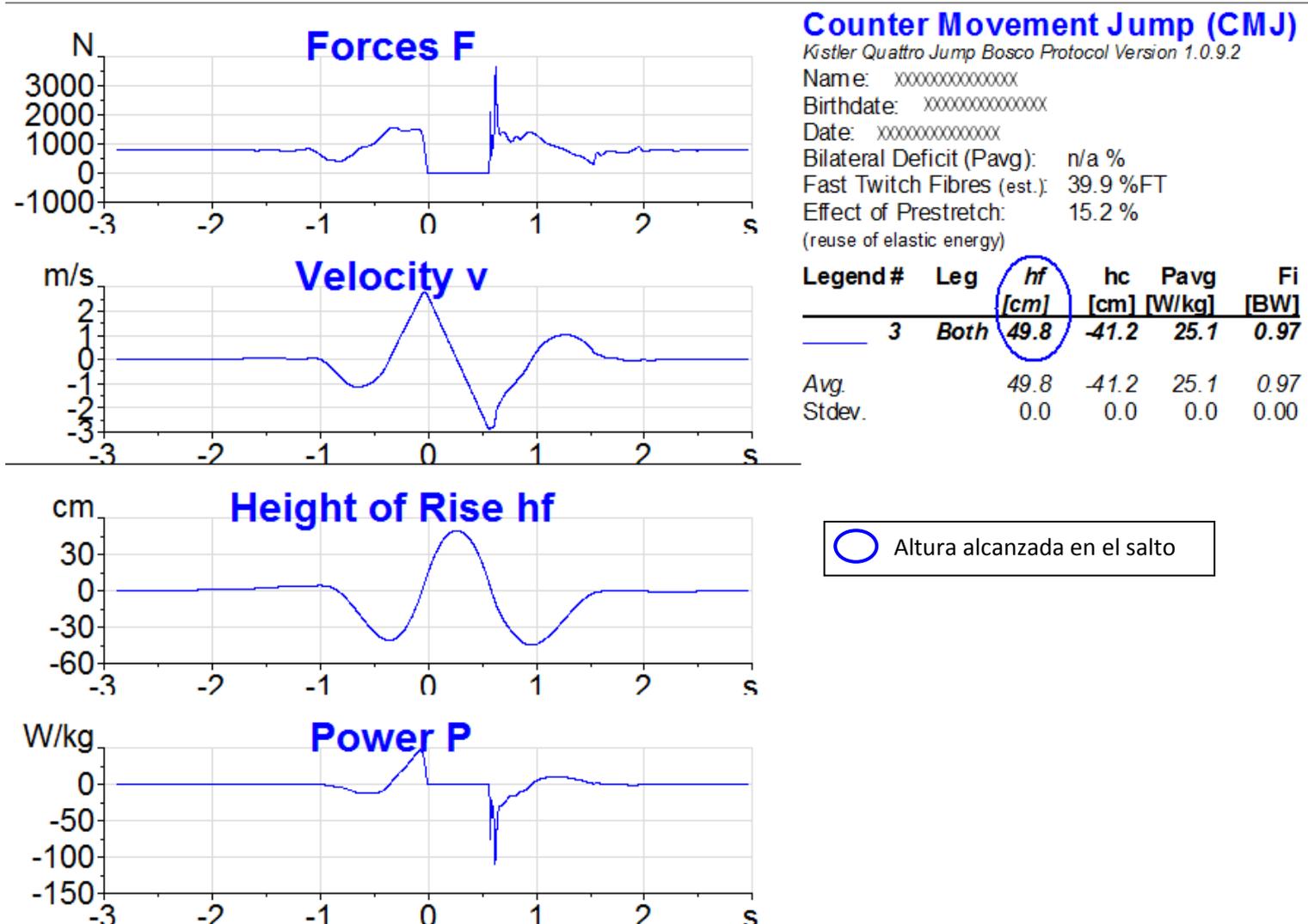


Figura 6: Altura y gráficos del CMJ

La plataforma Kistler, no solo nos proporciona la altura del salto alcanzada por los sujetos, sino que también nos aporta información de la fuerza que el sujeto ejerce contra la plataforma en cada instante (medición directa). A su vez con cálculos matemáticos integrados en su software, conocida la fuerza en cada instante, es capaz de aportar información de la velocidad del individuo en cada momento. De igual modo, la plataforma describe la altura que el centro de gravedad va recorriendo en cada fracción de tiempo.

Algunos puntos clave en los que nos hemos fijado para la interpretación de cada gráfico son:

Gráfico de fuerza: la fuerza máxima es ejercida cuando el sujeto ha caído del salto contra la plataforma.

Gráfico de velocidad: la velocidad es 0 en tres puntos clave, el primero antes de iniciar el salto, el segundo en el punto más alto que ha alcanzado el sujeto (justo antes de que empiece a caer y la velocidad se convierta en negativa) y el tercero, una vez ha caído y el sujeto se encuentra de nuevo estabilizado encima de la plataforma.

Gráfico de centro de gravedad: se puede interpretar fácilmente como el recorrido que realiza el centro de gravedad, considerando 0 con el individuo erguido encima de la plataforma. La altura máxima alcanzada por el centro de gravedad es la altura del salto.

Gráfico de potencia: se puede observar la potencia ejercida por el sujeto en cada instante, siendo esta la multiplicación de fuerza y velocidad ($P = F \times V$).

Primero se llevaron a cabo los Squat Jump, permitiendo descansar entre cada intento al participante 45 segundos. Como ya hemos mencionado el mejor salto era registrado como resultado definitivo. Todos aquellos saltos que no cumplían con los requisitos arriba descritos de realización correcta, eran considerados saltos nulos, sin contabilizarlos como un intento. Además la plataforma de fuerzas Kistler Quatro Jump, nos permite detectar cualquier tipo de contra-movimiento (que es considerado un salto nulo en el SJ) visualizando las gráficas de fuerza, velocidad, centro de gravedad y potencia que nos proporciona al instante, de este modo no solo contamos con el criterio del investigador para anular saltos que no han cumplido el protocolo correcto, si no que en este caso, la tecnología también juega un papel importante y esencial para aportar un mayor rigor científico.

A continuación en la figura 7 se muestra a modo de ejemplo como un SJ ha sido considerado nulo gracias al contra-movimiento detectado en las gráficas aportadas por la plataforma Kistler:

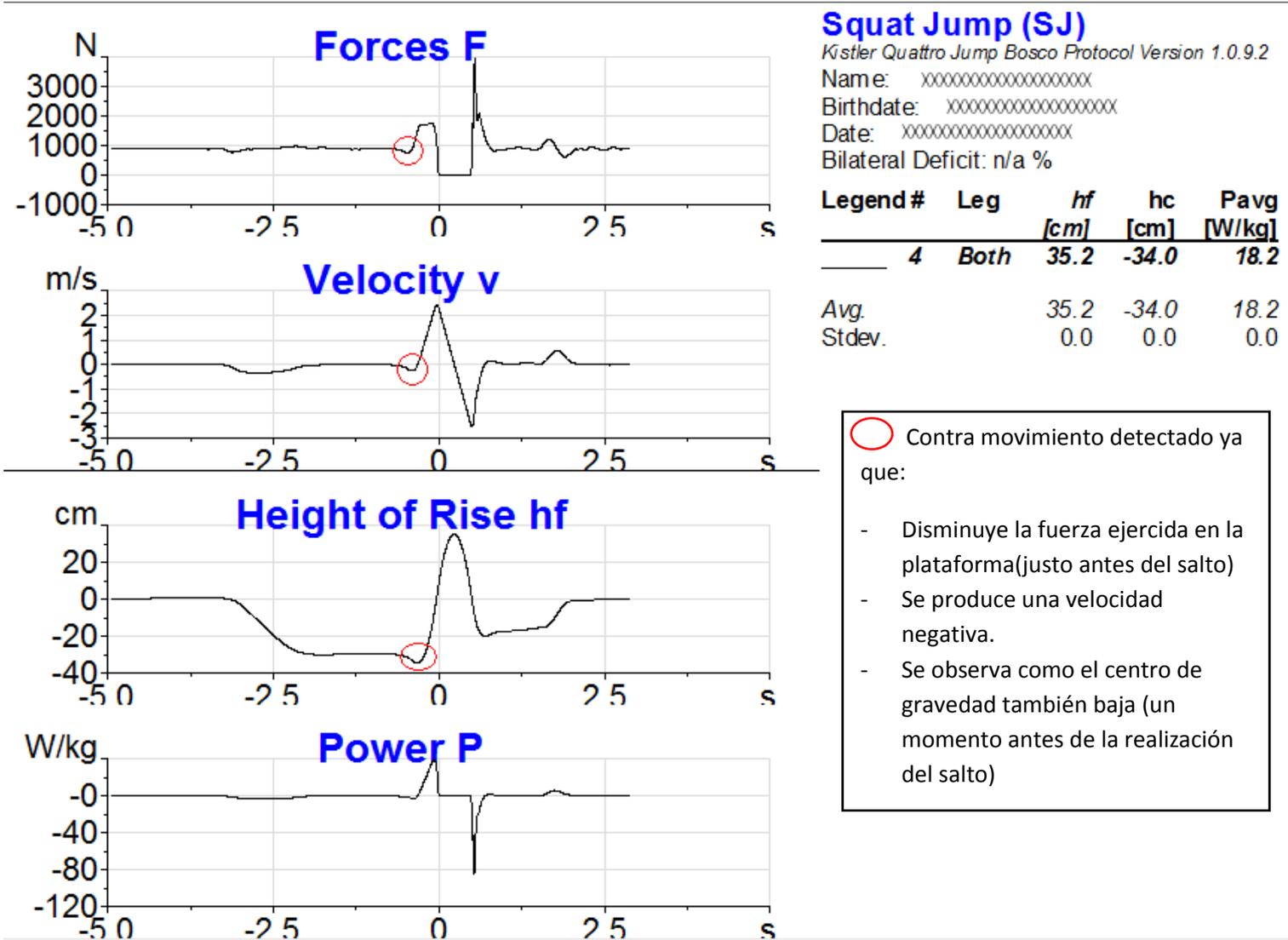


Figura 7: Detección de contra-movimiento en SJ (salto nulo)

Una vez finalizados los tres saltos correctos de Squat Jump, el deportista descansó 2 minutos y transcurrido este tiempo, comenzó la realización del salto Counter Movement Jump, al igual que en el salto anterior, el deportista disponía de 3 intentos y sólo contabilizaba como resultado definitivo su mejor marca. Entre salto y salto se dejó una recuperación completa de 45 segundos.

La prueba de Sprint, consistió en recorrer en el menor tiempo posible una distancia en línea recta, previamente delimitada y marcada, de 20 metros, pudiendo acelerar 10 metros antes de la primera célula fotoeléctrica para alcanzar la máxima velocidad, tal y como se observa en la figura 8.

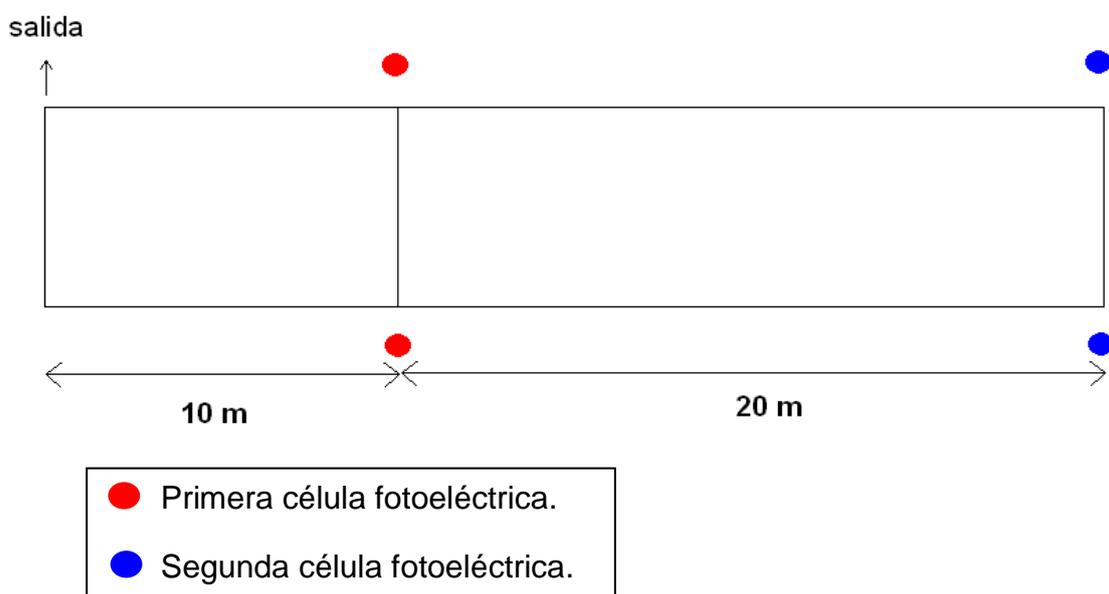


Figura 8: Esquema de la prueba de Sprint lanzado

Como en las pruebas de salto, cada deportista dispuso de 3 intentos y se registró su mejor marca. A su vez, entre sprint y sprint los deportistas tuvieron 10 minutos de descanso, para favorecer una recuperación completa.

De nuevo para conseguir una medición fidedigna, se utilizaron células fotoeléctricas que conectadas a una crono-impresora registraron instantáneamente el tiempo exacto transcurrido durante la realización del recorrido.

Antes de comenzar con la realización de las primeras mediciones, se explicaron uno por uno a todos los sujetos en qué consistía cada prueba, se dieron las premisas necesarias para la comprensión y correcta realización de cada una de ellas, se ejemplificaron las veces que fue necesario y se hizo una prueba de realización que no contabilizaba como intento, con cada uno de los sujetos, para comprobar que realizaban todas ellas cumpliendo las premisas necesarias arriba descritas para su correcta realización.

2.4. Análisis estadístico:

Una vez recogidos todos los datos de las mediciones, el proveedor nos proporcionó la información de qué botes contenían PLACEBO y que botes contenían CREATINA, así nos aseguramos de que el investigador no se vio influenciado consciente o inconscientemente en las mediciones de las pruebas, ya que tenía un desconocimiento absoluto de qué sujetos estaban injiriendo PLACEBO y cuáles CREATINA.

El análisis estadístico ha sido llevado a cabo con ayuda del programa IBM SPSS Statistics 22, utilizando la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas para el estudio de las posibles diferencias entre las tres mediciones (antropométricas y test de rendimiento) sin diferenciar grupo PLACEBO y grupo CREATINA y la prueba de Mann-Whitney para muestras independientes para el estudio de las posibles diferencias de las tres mediciones (antropométricas y test de rendimiento), diferenciando grupo PLACEBO y grupo CREATINA.

3. Resultados.

En la tabla 3 se muestra si ha habido o no, mejoras significativas entre unas mediciones y otras sin separar a los sujetos por grupos, es decir, si ha habido cambios significativos entre las mediciones segunda y primera, tercera y primera, tercera y segunda, considerando a todos los sujetos como un mismo grupo.

Wilcoxon	
Sig asintónica (bilateral)	
IMC2-IMC1	0,838
IMC3-IMC1	0,183
IMC3-IMC2	0,121
SJ2-SJ1	0,005
SJ3-SJ1	0,066
SJ3-SJ2	0,241
CMJ2-CMJ1	0,017
CMJ3-CMJ1	0,203
CMJ3-CMJ2	0,022
SPRINT2-SPRINT1	0,007
SPRINT3-SPRINT1	0,139
SPRINT3-SPRINT2	0,093

Tabla 3: Nivel de significación con prueba Wilcoxon $\alpha < 0,05$

Como podemos observar en la tabla 3 (remarcada en rojo y negrita), encontramos diferencias significativas entre los resultados de la segunda medición de Squat Jump (SJ), respecto a los primeros (nivel de significación de $0,005 < 0,05$).

A su vez, encontramos diferencias significativas entre los resultados de la segunda medición de Counter Movement Jump (CMJ), respecto a los primeros (nivel de significación de $0,017 < 0,05$). También en el resultado de la tercera medición del CMJ, respecto al segundo (nivel de significación de $0,022 < 0,05$).

Por último también mencionar que existen diferencias significativas entre los resultados de la segunda medición de Sprint respecto a los primeros (nivel de significación de $0,007 < 0,05$).

En la tabla 4 se muestra si ha habido o no mejoras significativas entre unas mediciones y otras, comparando un grupo con otro, es decir, lo que queremos comprobar es si existen mejoras significativas achacables a un grupo concreto debido a la suplementación con CREATINA.

Mann-Whitney		Sig asintónica (bilateral)
IMC2-IMC1	G.Placebo	0,459
	G. Creatina	
IMC3-IMC1	G.Placebo	0,674
	G. Creatina	
IMC3-IMC2	G.Placebo	0,916
	G. Creatina	
SJ2-SJ1	G.Placebo	0,754
	G. Creatina	
SJ3-SJ1	G.Placebo	0,251
	G. Creatina	
SJ3-SJ2	G.Placebo	0,347
	G. Creatina	
CMJ2-CMJ1	G.Placebo	0,754
	G. Creatina	
CMJ3-CMJ1	G.Placebo	0,251
	G. Creatina	
CMJ3-CMJ2	G.Placebo	0,295
	G. Creatina	
SPRINT2-SPRINT1	G.Placebo	0,116
	G. Creatina	
SPRINT3-SPRINT1	G.Placebo	0,600
	G. Creatina	
SPRINT3-SPRINT2	G.Placebo	0,347
	G. Creatina	

Tabla 4: Nivel de significación con prueba Mann-Whitney $\alpha < 0,05$

Como podemos observar en la tabla 4, no existe ninguna diferencia significativa achacable a algún grupo concreto (PLACEBO ó CREATINA) en ninguna de las mediciones antropométricas ni test de rendimiento.

4. Discusión:

Dado que no ha habido diferencias significativas en las mediciones antropométricas realizadas antes de suministrar los productos (PLACEBO y CREATINA) y las mediciones realizadas después de la fase aguda (6 días desde el comienzo de las tomas) e inmediatamente finalizado el estudio, ni considerando a los sujetos como un mismo grupo, ni separándolos en grupo PLACEBO y CREATINA, podemos afirmar que en este estudio no se han detectado variaciones significativas en el índice de masa corporal (IMC) en ninguno de los dos grupos, por lo que en este caso la creatina no ha fomentado retención de agua intracelular, ni aumento de la masa corporal (normalmente achacable a la ganancia de masa muscular, debido a la mayor síntesis proteica intramuscular provocada supuestamente por la creatina) al contrario de lo que otros estudios han demostrado (Kilduff et al, 2002 ó Paus, Duymovich, Valdecantos & Duymovich, 1998).

En cuanto a los test de rendimiento, se puede observar cómo ha habido mejoras significativas del segundo test respecto al primero en las tres pruebas (Squat Jump, Counter Movement Jump y Sprint). También la tercera medición del CMJ respecto a la segunda. Pero estas mejoras se han dado a nivel general en los dos grupos, no siendo características de ninguno de los dos en concreto, (ni PLACEBO, ni CREATINA). Por esto mismo no se puede atribuir la mejora del rendimiento a la ingesta o no de monohidrato de creatina, ya que jugadores pertenecientes a ambos grupos han mejorado de manera significativa. En este caso, la creatina no ha aumentado el rendimiento de los sujetos en esfuerzos máximos de corta duración, una vez más al contrario de lo que otros estudios han demostrado como (Izquierdo et al, 2002, Kambis & Pizzedaz, 2003 ó Mujika et al, 2000)

La ausencia de cambios en el IMC puede estar motivada por una escasead en el volumen e intensidad de entrenamiento de fuerza propiamente dicho, propicio para un aumento de la masa muscular, cuya mayor presencia hubiese promovido una ganancia en la hipertrofia muscular y se hubiese podido comparar la diferencia de ésta en ambos grupos.

Por otro lado, los resultados obtenidos nos muestran cómo a pesar de no estar provocada por la ingesta de creatina ha habido mejora en las marcas de los segundos test de rendimiento con relación a los primeros. Esto puede ser provocado por un “aprendizaje” del gesto técnico del salto, a pesar de que se hizo una familiarización y práctica con todos los jugadores y/o por el efecto del propio entrenamiento.

La ausencia de mejora en las pruebas de rendimiento, habiendo estudios similares que muestran mejoras significativas en otros deportes, (Izquierdo et al, 2002, Santos et al, 2003) nos puede hacer pensar que la muestra de 10 jugadores sea demasiado pequeña, pudiendo haber influido en los resultados más de lo deseado, variables personales difíciles de controlar, como el estado de ánimo, ausencia de sueño, alimentación indebida el día de desarrollo de las pruebas...

Al ser un deporte en el que el equipo es formado por un número reducido de jugadores, el aumento de la muestra para futuros estudios, debe hacerse involucrando a diversos equipos, lo cual para nosotros por tema de logística fue inviable desde un principio. Además, sería interesante realizar un estudio similar con equipos de fútbol sala de mayor nivel, donde los entrenamientos sean más intensos y las rutinas de vida sean más profesionales, para que así los efectos de la creatina puedan ser más notorios, reduciendo la influencia de variables individuales indeseables al máximo, como malas alimentaciones y descansos incorrectos previa medición de los test.

5. Conclusión:

Los resultados obtenidos muestran que no ha habido mejoras significativas en el sprint de los jugadores que han ingerido creatina respecto a los sujetos que han tomado placebo. Así mismo tampoco ha habido mejoras significativas en los saltos SJ ni CMJ de las personas pertenecientes al grupo CREATINA en comparación con los miembros del grupo PLACEBO.

Tampoco ha habido variaciones significativas del IMC en ninguno de los dos grupos.

6. Referencias bibliográficas:

Ayllón, F. N. (2001). Conceptos fundamentales acerca de la creatina como suplemento o integrador dietético. *Educación Física y Deportes*, 6(30), 1-11.

Barbero Álvarez, J. C., Barbero Álvarez, V., & Melilla, C. (2003). Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. *Rev Entren Deportivo*, 17(2), 13-24.

García López, D., Herrero Alonso, J. A., & González Boto, R. (2003). La suplementación con creatina en el deporte y su relación con el rendimiento deportivo.

Izquierdo, M., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 332-343.

Kambis, K. W., & Pizzedaz, S. K. (2003). Short-term creatine supplementation improves maximum quadriceps contraction in women. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 13, 87-96.

Kilduff, L. P., Vidakovic, P., Cooney, G., Twycross-Lewis, R., Amuna, P., Parker, M. & Pitsiladis, Y. P. (2002). Effects of creatine on isometric bench-press performance in resistance-trained humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(7), 1176-1183.

Mujika, I., Padilla, S., Ibañez, J., Izquierdo, M., & Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 518-525.

Newman, J.E.; Hargreaves, M.; Garnham, A. y Snow, R. (2003). Effect of Creatine Ingestion on Glucose Tolerance and Insulin Sensitivity in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1, 69-74.

Paus, V., Duymovich, C., Valdecantos, J., & Duymovich, N. (1998). Administracion de creatina monohidrato como suplemento energetico en jugadores de futbol profesional: evaluacion de rendimiento y toxicidad. *Rev. Asoc. Argent. Traumatol. Deporte*, 5(3), 31-34.

Prieto, R. G. (2004). Efectos de los suplementos de creatina sobre el rendimiento físico. *Lecturas: Educación física y deportes*, (69), 18.

Santos, M. G., López de Viñaspre, P., González de Suso, J. M., Moreno, A., Alonso, J., Cabañas, M., & Arús, C. (2003). Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en el metabolismo energético muscular y en la composición corporal de sujetos que practican actividad física. *Revista chilena de nutrición*, 30(1), 58-63.

7. Anexos:

7.1. Anexo 1

Hoja informativa

El estudio "Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala", Tendrá como propósito examinar los efectos de la suplementación con creatina en los esfuerzos de alta intensidad no prolongados en el tiempo, más concretamente en la posible mejora de la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala. El método utilizado para la realización del mismo se basará en un estudio a doble ciego, en el que se realizarán a 10 jugadores varones integrantes de un equipo de fútbol sala, unas mediciones antropométricas (masa total, estatura y medición de pliegues cutáneos) y unas pruebas que midan su rendimiento, estrechamente relacionadas con la capacidad de "sprint" (Squat Jump, Counter Movement Jump y Sprint de 20 metros de distancia).

Después de esta primera recogida de datos, los jugadores serán incluidos en un grupo que será suplementado con CREATINA, o en un grupo PLACEBO. Ambos grupos tomarán durante 6 días, 20 gramos de producto y posteriormente durante 28 días, 5 gramos diarios en ayunas. Una vez finalizado este período de aporte exógeno, se repetirán de nuevo tanto las mediciones antropométricas, como los test de rendimiento.

7.2. Anexo 2

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL COLABORADOR EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL TRABAJO FIN DE GRADO

Yo ¹

DNI/Pasaporte,

He leído la hoja informativa que me ha sido entregada ²

He tenido oportunidad de efectuar preguntas sobre el estudio.

He recibido respuestas satisfactorias.

He recibido suficiente información en relación con el estudio.

He hablado con el Alumno Investigador: Fernando Villar Pajares, dirigido por el Profesor Dr. Iñaki Arratibel Imaz

Entiendo que la participación es voluntaria.

Entiendo que puedo abandonar el estudio:

- Cuando lo desee.
- Sin que tenga que dar explicaciones.
- Sin que ello afecte a MIS cuidados médicos.

Destino de los datos de carácter personal

También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en la ficha o expediente que se abra para la investigación:

"De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos que sus datos pasan a formar parte del fichero "INA - TFG- INVESTIGACION SOBRE DEPORTE" de la UPV/EHU, cuya finalidad única es la realización del estudio "Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala".

Puede ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de sus datos remitiendo un escrito a la persona Responsable de Seguridad LOPD de la UPV/EHU, Rectorado, Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa-Bizkaia, adjuntando documento que acredite su identidad.

Puede consultar el Reglamento de la UPV/EHU para la Protección de Datos de carácter Personal en la dirección de Internet www.ehu.es/babestu".

Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.

Doy mi consentimiento sólo para la realización de los test de rendimiento: Squat Jump, Counter Movement Jump y Sprint. Asimismo para la realización de las mediciones antropométricas precisas para el estudio (pliegues cutáneos, peso y talla).

Entiendo asimismo que *"esta prueba puede provocar algunas molestias gastrointestinales, a consecuencia de la ingesta del monohidrato de creatina. Por otro lado, el riesgo de lesiones a causa de los test que se van a llevar a cabo es el mismo que el de la actividad deportiva habitual que práctica (fútbol sala)".*

Conocimiento de los resultados de la investigación

El participante tendrá acceso a un informe personalizado de sus resultados, con la explicación correspondiente de los mismos, que se le entregará al finalizar su participación.

El acceso a los datos generales de la investigación se limitará a la publicación de los resultados, primero en tesis, y luego en los artículos científicos resultantes.



Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para MANIFESTAR MI DESEO DE PARTICIPAR EN EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN “Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala”, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Nombre del sujeto colaborador:

DNI/Pasaporte:

Firma y Fecha:

Nombre del alumno investigador: FERNANDO VILLAR PAJARES DNI: XXXXXXXXXXXX Firma:
e-mail: XXXXXXXXXXXX@ehu.es

Nombre del Profesor Director: IÑAKI ARRATIBEL IMAZ DNI: XXXXXXXXXXXX Firma:
e-mail: XXXXXXXXXXXX@ehu.es

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. EHU-UPV. Campus de Vitoria-Gasteiz.
Ctra. De Lasarte, 71 01007 VITORIA GASTEIZ

Lugar de la Investigación:
Polideportivo del Centro Público del barrio de la Estrella. C/RIO ALHAMA Nº1 LOGROÑO

NOTAS: ¹ Indicar el nombre completo; ² Incorporar de forma inseparable o al dorso de éste documento.

7.3. Anexo 3



NAZIOARTEKO
BIKANTASUN
CAMPUSA
CAMPUS DE
EXCELENCIA
INTERNACIONAL

IKERKETA SAILEKO ERREKTORDEZTZA
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN

GIZAKIEKIN ETA HAUEN LAGIN ETA DATUEKIN EGINDAKO IKERKETETARAKO UPV/EHURO ETIKA BATZORDEAREN TXOSTENA

M^a Jesús Marcos Muñoz andreak, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) GIEBeko idazkari gisa,

HAU ZIURTATZEN DU:

Gizakiek egindako Ikerketarako Etika Batzorde honek (GIEB) 2014ko otsailaren 17ko EHAAn ezarritako baldintzak betetzen ditu, eta ikertzaile honen proposamena aztertu du: **Iñaki Arratibel Imaz, CEISH/322/2015/ARRATIBEL IMAZ** ikerketa proiektu hau egiteko: "Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala".

Kontuan hartu dira honako alderdi hauek:

- Ikerketa behar bezala justifikatuta dago helburu eta xedeei dagokienez; osasunari eta jakintzari onura ekarriko diete, eta, beraz, subjektuentzat aurreikus daitezkeen arrisku eta eragozpenak justifikatuta daude espero diren emaitzak lortzeko.
- Ikerketak hipotesi argi bat proposatzen du, onartutako printzipio eta metodo zientifikoetan oinarrituta, datu fidagarri eta baliagarriak ekarriko dituzten teknika estatistiko egokiak barne hartuta.
- Ikertzaile taldearen gaitasuna eta erabilgarri dituzten baliabideak aproposak dira proiektua gauzatzeko.
- Subjektuak biltzeko aurreikusitako plana egokia da.
- Informatzeko eta baimena lortzeko prozedurak baldintza etikoak betetzen ditu, eta barne hartzen ditu informazio orri eta baimen informatu ereduak.
- Datu pertsonalak babesten dira, eta Datu Babeserako Euskal Agentzian (AVPD) alta egin zaio ikerketa fitxategiari.
- Ikerketa egiteko beharrezkoak diren indarreko akordio, hitzarmen eta arauak jaso dira.

GIEBak, osaerari zein Lan Prozedura Arautuari dagokienez, UPV/EHUren 2014ko otsailaren 17ko Erabakia eta Jardu-bide Egokiaren Arauak betetzen ditu.

GIEBak, 2015ko otsailaren 12an bileran, **ALDEKO TXOSTENA** egin zuen (62/2015 aktan jasoa), ondorengo ikertzaile hauek ikerketa proiektu hori egin dezaten:

- Iñaki Arratibel Imaz
- Fernando Villar Pajares

Hau sinatzen dut, Leioan, 2015ko martxoaren 20an

M^a Jesús Marcos Muñoz

GIEBko idazkaria/Secretaria del CEISH, Secretario General de la UPV/EHU, certifica que el presente documento es una copia fiel del original. El documento es el que se usará para los datos de investigación y la práctica docente de la UPV/EHU. Por delegación de firma, en virtud de la Resolución de 10 de enero de 2014, la jefe de Negociado de Secretaría General (dot. 2).

Leioa, 2015 (e)ko martxoaren 23an, Leioa, 2015 (e)ko martxoaren 23an, de 2015

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA PARA LAS INVESTIGACIONES CON SERES HUMANOS, SUS MUESTRAS Y SUS DATOS (CEISH) DE LA UPV/EHU

M^a Jesús Marcos Muñoz como Secretaria del CEISH de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).

CERTIFICA

Que este Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos (CEISH), que reúne los requisitos establecidos en el BOPV de 17 de febrero de 2014, ha evaluado la propuesta del investigador: **D. Iñaki Arratibel Imaz, CEISH/322/2015/ARRATIBEL IMAZ**, para la realización del proyecto de investigación: "Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala".

Considerando que,

- La investigación presenta una justificación adecuada en cuanto a sus objetivos y fines, que proporcionarán un beneficio para la salud y el conocimiento; y por tanto, los riesgos y molestias previsibles para los sujetos están justificados para los resultados esperables.
- La investigación propone una hipótesis clara, basada en principios y métodos científicos aceptados, incluyendo técnicas estadísticas adecuadas, que producirán datos fiables y válidos.
- La capacidad del equipo investigador y los recursos disponibles son los adecuados para realizar el proyecto.
- El plan de reclutamiento de los sujetos previsto es el adecuado.
- El procedimiento de información y obtención del consentimiento cumple con los requisitos éticos, incluyendo los modelos de hoja de información y consentimiento informado.
- Se protegen los datos personales, y se ha dado de alta el fichero de investigación en la AVPD (Agencia Vasca de Protección de Datos).
- Se recogen los acuerdos, convenios y requisitos normativos vigentes necesarios para llevar a cabo la investigación.

El CEISH, tanto en su composición, como en su Procedimiento Normalizado de Trabajo, cumple con el Acuerdo de la UPV/EHU de 17 de febrero de 2014 y con las Normas de Buenas Prácticas.

Ha emitido **INFORME FAVORABLE** en la sesión del CEISH celebrada el 12 de febrero de 2015 (recogido en su acta 62/2015), a que dicho proyecto de investigación sea realizado, por los siguientes investigadores:

- Iñaki Arratibel Imaz
- Fernando Villar Pajares

Lo que firmo en Leioa, a 20 de marzo de 2015



7.4. Anexo 4

Yo, Dn. Victor Garcia Esteban, DNI: 16620173-M presidente del Club Cosmos F.S. La Estrella de fútbol sala, autorizo a Dn. Fernando Villar pajares a realizar los test pertinentes para la consecución de su estudio **“Efecto de la suplementación oral con monohidrato de creatina en la capacidad de sprint en jugadores de fútbol sala”** con los jugadores de nuestro equipo, en las horas e instalación de los entrenamientos habituales.

