



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# LA CREATINA COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL Y SU APLICACIÓN PRÁCTICA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Autor/es

Ariel Hernán Ridella Randazzo

Director/es

Ricardo Ros Mar

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte  
Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte  
Curso académico 2013-2014

## Agradecimientos

En este apartado he de sintetizar en unas breves líneas mi más sincera gratitud hacia quien me ha guiado en la elaboración de este trabajo. Por ello quiero agradecer a mi tutor, el profesor **D. Ricardo Ros Mar** por su esfuerzo, paciencia y dedicación. Sus conocimientos, su persistencia, su manera de trabajar, su relación conmigo, su disposición y su motivación han sido factores fundamentales para el desarrollo de este escrito.

## Índice

	Página
Resumen.....	4
Abstract.....	4
1.Introducción.....	5
2.Marco teórico.....	6
3.Objetivos.....	10
4.Material y métodos.....	11
5.Resultados.....	14
6.Discusión.....	38
7.Conclusiones.....	44
8.Conclusions.....	45
9.Limitaciones y prospectivas.....	46
10.Valoración final.....	47
11.Bibliografía.....	49
12.Anexo 1.....	54

## **Resumen**

El siguiente trabajo tiene como objetivo principal la revisión de las publicación encontradas en la base de datos Science Direct y PubMed cuyo tema hace referencia a los efectos de la suplementación con creatina (Cr), tanto para estudios que describen efectos significativos y favorecedores como para aquellos que puedan desaconsejar su uso publicados en los últimos quince años, con el fin de enunciar cuáles son los efectos más relevantes en el ser humano deportista. De esta manera, los efectos que produce la creatina en el organismo humano, y en el de otras especies, han sido estudiados concluyendo que produce una mejora del rendimiento analizado según cual sea y, según el tipo de personas, pueden verse resultados más relevantes o menos. Pero las consecuencias que deben pagarse para llegar a tal mejoría puedes ser adversas ya que aún no hay estudios suficientemente contundentes que demuestren los efectos secundarios con grandes periodos de consumo.

Palabras clave: creatina, ayuda ergogénica, rendimiento muscular, suplementación creatina.

## **Abstract**

The following work has as main objective review of the publication found in the database Science Direct and PubMed whose theme refers to the effects of creatine (Cr) supplementation for both studies describing significant and promoting effects as those that may discourage use published in the last fifteen years, in order to state what are the most important effects in the human athlete. In this way the effects that creatine in the human body, and in the other species have been studied, concluding that produces improved performance analyzed whichever is and the type of people may be more relevant or less results. But the consequences to be paid to reach such improvement can be adverse and there is still no conclusive studies proving enough side effects with long periods of use.

Keywords: creatine, ergogenic aid muscle performance, creatine supplementation

## **1. Introducción**

El presente documento corresponde al Trabajo de Fin de Grado del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Zaragoza del curso académico 2013-2014 integrado en el departamento de Fisiatría y Enfermería. Se sintetiza en un trabajo de revisión centrado en extraer conclusiones útiles para ampliar conocimientos sobre un tema de interés.

La primera opción que se había pensado era un trabajo de investigación orientado a la línea de la actividad física y salud hacia las personas de la tercera edad (véase anexo 1) pero por motivos ajenos al alumno se decidió recurrir a un trabajo donde predominase más la autonomía y singularidad de la persona.

Gracias a este hecho se analizaron los temas de interés a través de un grupo de discusión formado por el alumno y el docente/tutor llegando a la conclusión de realizar un trabajo de revisión sobre el consumo de la creatina como suplemento nutricional.

Dicho escrito se encuentra delimitado por un marco teórico en el cual se explica brevemente la definición del concepto de fuerza y ayudas ergogénicas y se presenta una clasificación de estas últimas, seguidamente se da una breve explicación sobre la creatina, el ATP y la fosfocreatina (PCr), un pequeña explicación sobre las fuentes de obtención de esta sustancia y las funciones principales que tiene. Le sigue un apartado de material y métodos en el que se explica el proceso que se ha seguido para buscar la información y analizarla. Posteriormente se explican los resultados obtenidos y se apoyan con una tabla para mejorar su comprensión. Finalizamos el escrito con unos apartados dedicados a la discusión, conclusiones, valoraciones finales y limitaciones y prospectiva de futuro mencionando propuestas de mejora.

## 2. Marco teórico

Las exigencias del deporte han hecho, en los últimos años, que aparentemente predomine el factor físico; basta con ver un jugador de baloncesto de los años 70 con uno de la actualidad y a simple vista se puede observar una configuración corporal bastante diferenciada. Diversos avances en el ámbito del rendimiento han hecho posible la aparición de métodos que nos ayudan a superar nuestro límites, se nos proporcionan nuevos materiales y sustancias que, bien mecánica o fisiológicamente, nos dan el empujón que queremos para pasar esas barreras.

Según Manno (1999) la fuerza muscular entendida como la capacidad motriz del hombre que permite vencer una resistencia u oponerse a ella mediante la utilización de la tensión muscular, es un factor fundamental en la mayoría de los deportes, por ejemplo, en voleibol tendrá una clara ventaja, además de la altura, el jugador que tenga un mayor alcance en el salto vertical tanto para el bloqueo como para el ataque o saque, según cree el alumno en base a su experiencia personal, lo que al fin y al cabo es una expresión de la fuerza.

Estos elementos que nos ayudan a superarnos y, a veces, a hacer más confortable nuestra práctica se conocen como “ayudas ergogénicas” y, según cita Corrales Salguero A. (2010) en su obra se definen como *“una serie de medios que se utilizan para mejorar el rendimiento deportivo cuando no son las diferentes técnicas de entrenamiento los estímulos empleados para tal fin.”* y cita también los diferentes tipos que clasifican González, García López y Herrero (2003):

- **Ayudas Mecánicas:** se relacionan con las características físicas de los materiales e incluso del propio cuerpo humano: zapatillas deportivas, bañadores de competición hidrodinámicos, bicicletas con perfiles aerodinámicos, afeitado precompetitivo de los nadadores, materiales más ligeros,...

- **Ayudas Psicológicas:** técnicas y estrategias de entrenamiento psicológico para mejorar el rendimiento deportivo: hipnosis, control del estrés, control de la ansiedad, técnicas motivacionales, psicoterapia,...

- **Ayudas Fisiológicas:** técnicas “físicas” que potencian el funcionamiento orgánico: infusiones sanguíneas, bicarbonato sódico, citrato sódico,...

- **Ayudas Nutricionales:** técnicas con las que a partir de la manipulación de la dieta se mejora el rendimiento deportivo: suplementación con hidratos de carbono, ácidos grasos, aminoácidos de cadena ramificada, vitaminas,...

En este trabajo nos interesan las ayudas nutricionales, concretamente la creatina que, para definirla, seguiremos las citaciones de los mismos autores nombrados anteriormente:

“La creatina es un compuesto nitrogenado natural muy similar a los aminoácidos que se combina con fosfato originando fosfocreatina. Se sintetiza de forma endógena en el hígado, en el páncreas y en los riñones a partir de los aminoácidos arginina, glicina y metionina. En este proceso intervienen dos enzimas: la amidinotransferasa, que cataliza la formación de guanidinoacetato utilizando la arginina y la glicina; y la N-metiltransferasa, que permite que el guanidinoacetato y la S-adenosilmetionina formen creatina.

El ATP es la fuente inmediata que proporciona la energía necesaria para que los músculos esqueléticos se contraigan, sin embargo, la disponibilidad de fosfocreatina necesaria en este sistema metabólico es rápida y por tanto limitada. La depleción de los depósitos de fosfocreatina ocurre entre 0-15 segundos. Metabólicamente la fosfocreatina constituye el respaldo directo para reponer ATP, y la creatina la fuente para mantener estable los niveles de fosfocreatina y garantizar la regeneración de energía, especialmente en ejercicios de alta intensidad. Por tanto la hipótesis a favor de la ingesta de monohidrato de creatina según diversos autores dice que si se produce un incremento de los niveles normales de creatina mediante una suplementación oral se provocaría un incremento de la fosfocreatina que atenuaría la rápida depleción de las reservas musculares durante el ejercicio, alterando en menor medida los niveles de ATP muscular, y con ello mejorando el rendimiento.”

Siguiendo las citas de Carrillo P. y Gilli M. V. (2011) sabemos que “la concentración de fosfocreatina parece estar correlacionada con el desarrollo de la fuerza y puede contribuir a la fatiga. Las fibras musculares de tipo II poseen mayores niveles iniciales, y mayores tasas de utilización de fosfocreatina y glucógeno que las fibras de tipo I. Además la recuperación de fosfocreatina parece ser más lenta en las fibras de tipo II. La mayor pérdida y recuperación más lenta de la fosfocreatina y el glucógeno en las fibras de tipo II contribuye, muy probablemente, a la disminución de la fuerza durante ejercicios de alta intensidad, ya que en este tipo de actividad estas fibras son las que se reclutan predominantemente.

Para mantener una producción continua de fuerza, la tasa de resíntesis de fosfocreatina debe aumentar para igualar las mayores demandas de energía requeridas por el músculo activo, para conservar la potencia. La tasa de resíntesis de fosfocreatina juega un papel muy importante en la capacidad de fuerza que puede generar un músculo. Durante ejercicios intervalados de alta

intensidad, los músculos dependen en gran parte de la fosfocreatina para la producción de ATP.”

Siguiendo citas de Gorostiaga E. (2007) nos encontramos dos fuentes principales de suministración de creatina:

– **Fuentes exógenas:** Los alimentos que tienen mayor cantidad de creatina son el pescado y la carne roja, que contienen de 3 a 5 gramos por kilogramo crudo, y algo menos cuando se han cocinado. Una persona que siga una dieta normal mediterránea suele ingerir de 0.25 a 1 gramos diarios de creatina. Sin embargo, las personas completamente vegetarianas no ingieren prácticamente cantidad alguna de creatina.

La creatina ingerida se suele absorber en el intestino desde donde pasa a la circulación. Una vez en la sangre, la creatina se transporta al interior de varios tejidos, como el corazón, la musculatura lisa, el cerebro y el músculo esquelético. Sin embargo, la gran mayoría de las reservas de creatina están localizadas en el interior del músculo esquelético.

Las razones por las cuales la mayor cantidad de creatina se encuentra en el músculo esquelético podrían ser las siguientes: 1) porque la creatina se transporta desde la sangre al interior del músculo por un proceso de transporte activo, saturable y dependiente del sodio y del cloro. Es decir, se transporta contra un gradiente de concentración, mediado por la insulina, y 2) porque una vez introducida en la célula muscular, la creatina queda atrapada ("trapping") en el interior del músculo por dos mecanismos: a) mediante la conversión (fosforilación) del 60% al 70% del total de creatina muscular en PCr, que no puede salir del músculo porque no puede atravesar la membrana de la célula muscular, y b) porque, probablemente, la creatina libre muscular permanece ligada a algún componente del interior del músculo que no se conoce. Por último, conviene saber que la creatina es una sustancia osmóticamente activa; es decir, que su presencia en el interior del músculo induce un aumento de la cantidad total de líquido en el interior del músculo, por aumento del paso de agua extracelular al interior de la célula.

– **Fuentes endógenas:** Se considera que las necesidades diarias de creatina en un hombre de 70 Kg de peso son cercanas a 2 gramos. Se ha visto anteriormente que una persona que siga una dieta normal mediterránea suele ingerir de 0.25 a 1 gramo diario de creatina. Por lo tanto, el resto de creatina que necesita una persona para cubrir sus necesidades diarias debe ser sintetizada por el propio organismo. Esta cantidad sintetizada endógenamente será de 1g a 1.7g dependiendo del número y cantidad de alimentos que contengan creatina que ingiera en su dieta. La creatina endógena se sintetiza en el organismo a partir de 3 aminoácidos: la glicina, la arginina y la

metionina. El músculo no tiene capacidad para sintetizar creatina. El órgano que produce la mayor cantidad de creatina es el hígado, aunque el páncreas y el riñón también sintetizan pequeñas cantidades de creatina. La síntesis endógena de la creatina está regulada por la cantidad de creatina o de sus precursores que sean ingeridos en la dieta. Por ejemplo, si la cantidad de creatina ingerida en la dieta es pequeña, se estimula la síntesis endógena de creatina. Sin embargo, si la cantidad de creatina ingerida es muy elevada, se inhibe e incluso se suprime su síntesis endógena. Por último, si se ingieren en la dieta cantidades elevadas de los precursores de la creatina (como la glicina y la arginina), se estimula la síntesis endógena de creatina.

Retomando las citas de González, García López y Herrero (2003) podemos observar cinco funciones que tiene la creatina:

- **Almacén de energía:** La PCr tiene una gran importancia en el metabolismo energético durante la contracción del músculo esquelético y la recuperación tras un esfuerzo físico debido a su papel “acumulador” de energía. Este compuesto es el responsable de la resíntesis de ATP a partir de ADP por medio de una reacción catalizada por la encima creatinkinasa.
- **Transporte de fosfatos de alta energía de la mitocondria a las miofibrillas:** El transporte de creatina y fosfocreatina se produce por la hidrólisis de fosfocreatina hacia la mitocondria donde la creatinakinasa ejerce un control oxidativo y desde ahí la fosfocreatina es transportada hacia el lugar donde será requerida por la célula durante la contracción muscular.
- **Búfer de protones:** En la hidrólisis de la fosfocreatina la reacción de la creatinakinasa utiliza iones de hidrógeno con un potencial tal que provoca una alcalinización de la célula muscular al comienzo del ejercicio.
- **Controladora de la fosforilación oxidativa:** Según el autor es probable que la creatina pueda ejercer un control del metabolismo aeróbico elevando la producción de ATP mediante la vía oxidativa en base a estudios con animales en los que dosis de creatina aumentaban el VO<sub>2</sub> máx. sin embargo es algo que aún no está demostrado en humanos.
- **Función anabólica:** La suplementación con creatina provoca un aumento de la masa muscular sin un incremento del volumen de agua.

### **3. Objetivos**

El principal objetivo de este trabajo es: revisar la bibliografía publicada en las bases de datos PubMed y ScienceDirect sobre la suplementación de creatina para analizarlos y extraer conclusiones lo más fiables posibles y poder aplicarlas, si fuese el caso, en un futuro.

Los objetivos específicos que quiero cumplir son:

- Llegar a determinar en qué modalidades deportivas es más favorable el consumo de creatina como suplemento deportivo.
- Fijar una dosis razonable y durante un tiempo correcto el suministro de este suplemento.
- Explicar de manera sencilla los casos en los que, según posibles resultados en los estudios encontrados, no se recomienda el uso de la creatina.
- Buscar una aplicación para el voleibol, deporte que el alumno ha practicado durante los últimos 10 años.

## 4. Material y métodos

### **Diseño del trabajo.**

El diseño con el que fue realizada la siguiente investigación denominada revisión bibliográfica intenta analizar la información mas relevante de los estudios encontrados realizados en los últimos 15 años. Dicha revisión se basó en criterios determinados por la estrategia de búsqueda de la información y su inmediata selección.

### **Estrategia de búsqueda de la información**

La estrategia de búsqueda que se utilizó para el presente trabajo fue una búsqueda en Internet en la base de datos ScienceDirect y PubMed utilizando como palabras clave “creatina”, “suplementación de creatina”, “efectos ergogénicos de la creatina”, “creatina y rendimiento deportivo”, “creatina y deportes de fuerza”, “ayudas ergogénicas y creatina”, “fuerza muscular y creatina”.

### **Selección de artículos relevantes.**

Como resultado de la búsqueda se obtuvieron cincuenta y seis publicaciones científicas, dentro de los cuales fueron seleccionados treinta y uno mediante una lectura crítica de los resúmenes determinando si respondían al planteo del problema de la investigación. Fueron excluidos aquellos que no estaban comprendidos entre los años 1999 y 2014.

### **Variables en el estudio**

Según la influencia que otorguemos nos encontramos con dos tipos de variables para nuestro estudio, las primeras hacen referencia al factor que es observado y medido para determinar el efecto de la segunda variable sobre esta primera:

- **Variables dependientes:** fenómenos relacionados con el metabolismo; masa muscular, fuerza, funcionalidad y rendimiento; indicadores del envejecimiento; cuestiones cognitivas; cuestiones relacionadas con la fisiología; cuestiones propias de la creatina.
- **Variables independientes:** dosis de creatina; muestra; tipo de intervención.

## Tratamiento de la información

Se utilizó el programa de cálculo Excel para el diseño y clasificación de los datos con los apartados considerados de interés para valorar la información:

- Autores
- Año de publicación
- Propósito del estudio
- Muestra
- Mediciones llevadas a cabo para evaluar los efectos del suplemento
- Intervención realizada
- Resultados obtenidos
- Estudios a doble ciego

A cada categoría se le añadió un filtro con el mismo programa para poder recopilar de manera rápida y eficaz los artículos dependiendo el dato que interese. De esta manera para el apartado de “**propósito**” se obtuvieron las siguientes categorías:

- **Análisis del metabolismo:** para aquellas publicaciones que pretendían analizar aspectos como, por ejemplo, la energía celular, o verificar si la Cr favorece el aumento de masa magra, fuerza y rendimiento; desde luego esta categoría es la más relevante para este trabajo ya que se centra en cuestiones relacionadas con el rendimiento deportivo, lo cual en materia para nuestra titulación lo considero esencial.
- **Efectos sobre el envejecimiento:** para las publicaciones que tienen en cuenta los biomarcadores del envejecimiento.
- **Rendimiento cognitivo y psicomotor;** concretamente en cuanto se refiere a la fatiga mental y añadiendo una variable como la privación del sueño juntamente con el ejercicio físico.
- **Cuestiones fisiológicas;** teniendo en cuenta el funcionamiento de algún órgano del cuerpo, y los niveles de algún fluido.
- **Análisis del suplemento;** categoría en la explica las ventajas y desventajas de la Cr como suplemento en sí.

En el apartado de “**muestra**” las categorías encontradas fueron las siguientes cuatro:

- **Sujetos sanos y/o deportistas.**
- **Sujetos con alguna lesión o enfermedad previa.**

- **Animales de laboratorio**, tanto sanos como con alguna enfermedad producida de manera artificial.
- **La propia Cr** como suplemento.

Para el apartado de “**mediciones**” tenemos:

- **Medición de cuestiones metabólicas.**

– **Masa muscular, fuerza y rendimiento**, la cual es de mayor interés para nuestro escrito, analizando en este apartado desde velocidades de sprint tanto en carrera como en natación hasta el peso que permite realizar una repetición máxima.

– **Envejecimiento**, haciendo hincapié en los marcadores bioquímicos y genéticos del envejecimiento.

– **Cuestiones neuro-cognitivas**, para publicaciones que pretendían suministrar alguna batería de pruebas neuro-cognitivas.

- **Cuestiones fisiológicas**, para obras que median niveles de oxígeno, agua corporal...

– **Cuestiones propias de la Cr**: como por ejemplo, contaminantes orgánicos y metales pesados.

Para el apartado de “**intervención**” tenemos dos categorías:

- **Dosis diarias** de Cr

- **Dosis única** de Cr

– Utilización de **técnicas avanzadas** para producir algún efecto en el suplemento, concretamente resaltar aquellos compuestos que se pretendían medir.

Antes de acabar creamos el apartado de “**resultados**” para clasificarlos según:

- **Aumento de fuerza, hipertrofia, longevidad,**

- **Disminución de fuerza, movilidad y funcionalidad,**

– **Mantenimiento de las funciones neuro-cognitivas, mejoras de las funciones fisiológicas,**

- **Razones que desaconsejan su uso**

- **Resultados que no muestran cambio alguno en la actividad.**

– Y, para acabar, en el apartado a “**doble ciego**” diferenciamos aquellos artículos que hayan aplicado esta técnica y aquellos que no.

## 5.Resultados

En cuanto al **propósito** de estudio se refiere se encontraron dos artículos que tienen como fin analizar alguna cuestión relacionada con el **metabolismo**, como por ejemplo: seguir las desviaciones individuales del metabolismo de tiocompuestos de uno y dos carbonos a través de determinaciones voltamperométricas simple de ácido tioglicólico, el cual participa en la síntesis endógena de Cr (37); o bien, evaluar el efecto de la suplementación oral de Cr en la energía celular (3).

Un artículo pretendía comprobar **concentraciones séricas** después de una suplementación de creatina (48).

Un artículo pretendía investigar los efectos la suplementación oral de la Cr en la **lonjividad**, las funciones neurológicas y los biomarcadores del envejecimiento (4).

Tres de los artículos intentaban explicar cuestiones relacionadas con el **rendimiento cognitivo y psicomotor**, concretamente: examinar los efectos de la suplementación con creatina sobre el rendimiento cognitivo y el procesamiento psicomotor en jóvenes (42); investigar los efectos de la suplementación con Cr en el desarrollo cognitivo y psicomotor añadiendo la privación del sueño y ejercicio de intensidad moderada (34); y comprobar el papel de la Cr como suplemento en la prevención de fatiga mental (54).

Tres de los artículos tenían como fin tratar **cuestiones fisiológicas**: investigar los efectos de la suplementación oral de Cr en ratas con enfermedades renales quísticas (19); comprobar la posibilidad de que el nivel de O<sub>2</sub> en sangre varíe según los niveles de Cr (25); y evaluar la administración de suplementos de magnesio creatina en el agua corporal y el par de los cuádriceps (8).

Uno de los artículos tenía como fin comprobar los niveles **contaminantes** orgánicos y metales pesados en la creatina como suplemento dietético (35).

Y, por último, veinte artículos tenían el propósito de estudiar cuestiones relacionadas con el **rendimiento deportivo**, más concretamente: conocer si la Cr y b- hidroxi -b- metilbutirato colaboran en la ganancia de masa magra y fuerza muscular de manera similar (28); determinar si la suplementación de monohidrato de creatina puede mejorar la composición corporal y mejorar la recuperación después de la artroplastía total de rodilla (9); medir el efecto de la Cr sobre el rendimiento de sprints (potencia anaeróbica) y el volumen del músculo en deportistas de élite (56); examinar los cambios de fuerza en press de banca plana, salto vertical y 100 m. lisos y el peso de la

grasa corporal en jugadores de fútbol (51); evaluar clínicamente si la suplementación con creatina mejora la fuerza muscular isométrica máxima y la función pulmonar en pacientes con fibrosis quística (7); determinar si la creatina afecta a la estructura y función cardiovascular y examinar el efecto en la potencia aeróbica (36); examinar los efectos de la suplementación de Cr sobre el rendimiento del ejercicio y la fuerza isométrica máxima en contracción voluntaria en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica (33); determinar el efecto de la suplementación con Cr sobre el rendimiento y composición corporal de los nadadores (44); evaluar si el calostro o una mezcla isocalórica e isonitrogenadas de suero y de caseína, además de creatina afecta a la composición corporal, la fuerza muscular y la resistencia y el rendimiento anaeróbico durante el entrenamiento de resistencia (29); identificar las características metabólicas y contráctiles de los músculos esqueléticos rápidos y de contracción lenta en un modelo de ratón transgénico de la esclerosis lateral amiotrófica e investigar los efectos de la suplementación oral con creatina en la capacidad funcional muscular (18); evaluar la eficacia de la ingesta de monohidrato de creatina en la elevación de los depósitos de creatina intramuscular y la mejora de la capacidad de ejercicio en personas con esclerosis múltiple (30); evaluar si una carga de Cr puede provocar alguna alteración en la potencia crítica o total del trabajo realizado (52); se examinaron los efectos de 6 semanas de suplementación de Cr en dosis bajas en la composición corporal, la función muscular y la retención de Cr en el cuerpo (43); verificar las alteraciones promovidas por la suplementación de Cr en las variables antropométricas y de resultante de fuerza máxima dinámica en universitarios sometidos a 8 semanas de entrenamiento de fuerza (39); investigar los efectos de la suplementación de Cr en el rendimiento anaeróbico y de sprint en la natación femenina a través de 6 días de entrenamiento (2); investigar el efecto de la suplementación con creatina en la dieta sobre la hipertrofia y el rendimiento del músculo esquelético de la rata (55); evaluar el efecto de un protocolo de suplementación con creatina sobre los marcadores de inflamación y dolor muscular: la creatina quinasa, lactato deshidrogenasa, la prostaglandina E2 y factor alpha de necrosis tumoral después de correr 30 kilómetros (47); determinar la influencia de la suplementación con creatina a corto plazo sobre el rendimiento de sprint de natación (50 y 100 m.) y las respuestas hormonales (hormona del crecimiento, testosterona y cortisol) (50); estudiar la diferencia entre presuplementación contra postsuplementación, en el ejercicio, de creatina en las mediciones de la composición corporal y la fuerza (13); examinar la hipótesis de que un suplemento pre-ejercicio que contiene cafeína, creatina y aminoácidos ácidos impactaría positivamente la velocidad crítica y funcionamiento de la

capacidad anaeróbica en hombres y mujeres de edad universitaria (20).

En cuanto a la **muestra** podemos definir cuatro apartados: en primer lugar **animales** de laboratorio (ratas) cuatro artículos en total (4, 18, 19, 55); en segundo lugar personas con algún tipo de **enfermedad o lesión** en un total de cinco publicaciones (3, 7, 30, 33, 45); en tercer lugar la propia **creatina** como suplemento deportivo en un solo artículo (35) y, finalmente, personas sanas **deportistas** en un total de veintiún publicaciones (2, 8, 13, 20, 25, 28, 29, 34, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 52, 54, 56).

En la clasificación en cuanto a la **medición** se refiere encontramos siete apartados diferentes: un artículo que mide concentración de **suero**, concretamente, urea en suero y las concentraciones de Cr y el aclaramiento de Cr. y progresión de la enfermedad renal quística. Una publicación que mide **cuestiones metabólicas** como los niveles de ácido tioglicólico. Veinte trabajos que miden masa muscular, fuerza funcionalidad y rendimiento, es decir, cuestiones relacionadas con el **rendimiento**, más detalladamente: aumento de masa muscular a través del método de impedancia bioeléctrica (28); concentraciones de metabolitos musculares, histomorfometría muscular de cuádriceps, flexo-extensión del tobillo y fuerza de presión y capacidad funcional (45); la velocidad del sprint en 6 sprints de 10 segundos con 60 segundos de descanso y el tamaño de los músculos a través de una resonancia magnética (56); el metabolito del fósforo a partir de una resonancia magnética espectroscópica del músculo de la pantorrilla derecha y el estado funcional (3); press de banca plana, salto vertical, tiempo en 100 m lisos y peso de grasa corporal (51); la actividad enzimática de la creatina quinasa, que se midió en cultivos de células epiteliales primarias (7); masa corporal, el consumo máximo de oxígeno, la frecuencia cardíaca máxima, las medidas ecocardiográficas y la presión arterial (36); la fuerza isométrica máxima de 10 grupos musculares de las extremidades superiores e inferiores (hombro, el codo, la cadera, flexores y extensores de la rodilla, el tobillo dorsiflexores y flexores plantares.) y una media de fatiga por medio de un protocolo intermitente de alta intensidad en flexores del codo y músculos extensores de la rodilla (33); la resistencia muscular y la masa muscular (29); el peso corporal y la fuerza de presión (18); la creatina intramuscular total de fosfocreatina, creatina libre, y salida de trabajo total (30); la potencia crítica media durante los últimos 30 segundos de la prueba (52); previamente y posteriormente a la toma de Cr, la fuerza máxima (3 repeticiones máximas, extensión concéntrica de la rodilla a 180°/s), la fatiga muscular (5 series de 30 extensiones de rodilla concéntricos a 180°/s) y la concentración de Cr en el plasma (43); estatura, masa corporal, y test de

acción muscular voluntaria máxima dinámica (39); 1RM, en press de banca y salto vertical, y el tiempo de natación para los 25 metros y el tiempo en 60 yardas (2); el tendón distal de la EDL o sóleo fue unido a un transductor de fuerza y el músculo se estimuló eléctricamente a través del nervio ciático (55); respuestas de rendimiento y hormonales el día antes y después de la carga de creatina (50); la composición corporal (Bod Pod ®) y 1-RM en press de banca. registros de la dieta, que fueron recogidos y analizados (un día por semana al azar, cuatro días totales analizados) (13); carreras hasta el agotamiento en una cinta de correr a 110%, el 90% (día 1), y el 105% y el 100% (día 2) de la velocidad pico determinada a partir de una prueba de ejercicio graduado (20); y la acumulación de lactato post-rendimiento, composición corporal, excreción de Cr y las concentraciones de creatina sérica antes o después de la suplementación con Cr o placebo (44).

Un artículo midió cambios en los **marcadores bioquímicos y genéticos** asociados al envejecimiento (4).

Dos artículos midieron cuestiones relacionadas con el **rendimiento cognitivo**, concretamente: se realizó una batería de pruebas neuro-congnitivas pre y post suplementación: tiempo de reacción simple, código de sustitución, la sustitución del código retardada, el razonamiento lógico simbólico, procesamiento matemático y memoria de ejecución (42); y el funcionamiento del SNC, la memoria a corto plazo, la velocidad de reacción, el equilibrio y el estado de ánimo antes del experimento y después de 18, 24 y 36 horas de privación del sueño (34).

Cinco de las publicaciones midieron cuestiones relacionadas con la **fisiología**: respuestas de los niveles dependientes de O<sub>2</sub> en sangre a los estímulos visuales en la corteza visual después de la suministración de creatina (25); los niveles de hemoglobina oxigenada cerebral a través de espectroscopía de infrarrojo (54); medidas pre-post se completaron con bioimpedancia para determinar el agua corporal total, el agua extracelular, y el agua intracelular (8); y muestras de sangre se recogieron inmediatamente antes de ejecutar el 30 kilómetros y 24 horas después de la final de la prueba (47); y urea en suero y las concentraciones de Cr y el aclaramiento de Cr. Y progresión de la enfermedad renal quística (19).

Y, un solo artículo, midió cuestiones propias de la creatina, concretamente: los contaminantes orgánicos y los metales pesados de la creatina (35).

Siguiendo el tipo de **intervención** encontramos una gran particularidad: se basa en dosis diarias durante un tiempo determinado que va desde algunos días hasta semanas y, en un caso concreto para el estudio del propio suplemento se utilizó la técnica de cromatografía líquida de alto

rendimiento (35) para determinar los contaminantes de la creatina.

Dentro del apartado de **resultados** diferenciamos 9 tipos de resultados obtenidos: un artículo que afirma que la suplementación con creatina en sus sujetos estudiados aumenta la excreción de ácido tioglicólico (37); catorce publicaciones afirman que la suplementación con creatina produce **mejoras en el rendimiento** (2, 3, 7, 13, 20, 28, 29, 33, 36, 39, 43, 50, 51, 56) ; un artículo descubre que se produce un aumento del 9% de la duración de **vida saludable** en los ratones que se sometieron a la suplementación de la creatina (4); una obra confirma una **disminución** significativa en fuerza y flexo-extensión de cuádriceps y articulación del tobillo después de una artroplastía total de rodilla (45). Dos artículos no experimentan resultados positivos en las funciones neurocognitivas (34, 42). Un artículo tampoco experimenta resultados favorables en cuanto a evolución de quistes se refiere (19). Tres artículos confirman mejoras fisiológicas .(8, 25, 47). Uno de ellos desaconseja su uso (35) y cinco no experimentan cambios en la actividad principal a estudiar (18, 30, 44, 52, 52).

Finalmente cabe destacar que un total de once estudios se realizaron a **doble ciego** (2, 19, 28, 29, 30, 36, 39, 42, 43, 51, 54) mientras que veinte de ellos no (3, 4, 7, 8, 13, 18, 20, 25, 33, 34, 35, 37, 44, 45, 47, 48, 50, 52, 55, 56)

A continuación se presenta una tabla detallada en la que se podrá observar el análisis realizado de cada uno de los artículos seleccionados:

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
Jean-Marc Schedel, Hiroaki Tanaka, Akira Kiyonaga, Munehiro Shindo, Yves Schutz (48)	1999	Explorar los efectos de una dosis aguda de creatina en las concentraciones séricas de creatina y creatinina	16 sujetos sanos.	Medición de suero Cr y Crn concentración durante 3 h hasta un máximo de 6 h	Dosis única de Cr ( 20 g)	En respuesta a la ingesta de Cr se observó un gran aumento en la concentración de Cr en suero	No
T. Navratil, E. Kohlikova, M. Petr, et al. (37)	2008	Seguir las desviaciones individuales del metabolismo de tiocompuestos de uno y dos carbonos a través de determinaciones voltamperométricas simple de ácido tioglicólico, el cual participa en la síntesis endógena de Cr.	Tres grupos de hombres jóvenes sanos divididos en 7, 9 y 11 hombres.	Niveles de ácido tioglicólico.	Creatina como suplemento alimenticio en dosis diarias de 5 gramos	La Cr aumenta la excreción de ácido tioglicólico	No
Ewa Jo'wko, MS, Piotr Ostaszewski, et al. (28)	2001	Conocer si la Cr y b-hidroxi -b-metilbutirato colaboran en la ganancia de masa magra y fuerza muscular de manera similar.	40 sujetos sanos.	Aumento de masa muscular a través del método de impedancia bioeléctrica.	Dosis diaria durante tres semanas, de 20 gramos la primera semana y 10 gramos las dos restantes	La mejora de fuerza e hipertrofia muscular más efectiva con suplementos de Cr que con suplementos de HMB de casi el doble	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
A. Bender a, J. Beckers I. Schneider et al. (4)	2007	Investigar los efectos la suplementación oral de la Cr en la longevidad, las funciones neurológicas y los biomarcadores del envejecimiento.	Ratones 162.	Cambios en los marcadores bioquímicos y genéticos asociados al envejecimiento.	Dosis diaria del 1% en la dieta	Aumento del 9% de la duración de vida saludable en los ratones que se sometieron a la suplementación de la Cr	No
Brian D. Roy, PhD, Justin de Beer, MD, David Harvey, MD, Mark A. Tarnopolsky, MD, PhD (45)	2005	Determinar si la suplementación de monohidrato de creatina puede mejorar la composición corporal y mejorar la recuperación después de la artroplastia total de rodilla.	37 sujetos adultos que se sometieron a una artroplastia de rodilla.	Concentraciones de metabolitos musculares, histomorfometria muscular de cuádriceps, flexo-extensión del tobillo y fuerza de presión y capacidad funcional.	10 gramos al dia durante 10 dias antes de la operación y 5 gramos al dia durante 30 dias despues de la operación	Disminución significativa en fuerza y flexo-extensión de cuádriceps y articulación del tobillo. La creatina no tiene efectos positivos despues de una intervención de este tipo.	No
Eric S. Rawson, Harris R. Lieberman, Talia M. Walsh, et al. (42)	2008	Examinar los efectos de la suplementación con creatina sobre el rendimiento cognitivo y el procesamiento psicomotor en jóvenes.	22 personas sanas.	Batería de pruebas neuro-congnitivas pre y post suplementación: tiempo de reacción simple, código de sustitución, la sustitución del código retardada, el razonamiento lógico simbólico,	Dosis diaria durante 3 semanas de 0,003 gramos por kg de peso.	No hubo diferencias entre el grupo control y experimental por lo tanto la Cr no tiene efectos a nivel neuro-congnitivo pero sí una leve mejora en el rendimiento psicomotor de sujetos que lo tenían deteriorado.	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
				procesamiento matemático y memoria de ejecución.			
Jeff W. Edmunds, MSc, RD, Shobana Jayapalan et al. (19)	2001	Investigar los efectos de la suplementación oral de Cr en ratas con enfermedades renales quísticas.	30 Ratas.	Urea en suero y las concentraciones de Cr y el alclaramiento de Cr. Y progresión de la enfermedad renal quística.	Dosis diaria de 2 gr por kg de peso durante la primera semana seguido por 5 semanas de un quinto de esa cantidad.	Teniendo como evidencia el mayor peso de los riñones los resultados fueron negativos ya que el tamaño del quiste fue en aumento y empeoraron las funciones renales, lo que demuestra que la creatina puede acelerar el proceso de esta patología en ratas, por lo tanto en personas con riesgo de enfermedad renal la suplementación de Cr debe tener especial precaución.	Si
T. McMorris, R.C. Harris, A.N. Howard, et al. (34)	2006	Investigar los efectos de la suplementación con Cr en el desarrollo cognitivo y psicomotor añadiendo la privación del sueño y	Hombres sanos.	Funcionamiento del SNC, la memoria a corto plazo, la velocidad de reacción, el equilibrio y el estado de ánimo antes del	Dosis diaria de 5 gr 4 veces al dia durante 7 días	Mejora del funcionamiento del SNC de manera significativa solo con 36 sin dormir, una leve mejora en el equilibrio y un	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
		ejercicio de intensidad moderada.		experimento y después de 18, 24 y 36 horas de privación del sueño.		deterioro del humor hasta las 24 horas que se mantuvo hasta las 36, no se apreciaron cambios en el resto de variables.	
Stephen T. Hammett, Matthew B. Wall, Thomas C. Edwards, et al. (25)	2010	Comprobar la posibilidad de que el nivel de O <sub>2</sub> en sangre varíe según los niveles de Cr.	Hombres sanos 22.	Se midieron las respuestas de los niveles dependientes de O <sub>2</sub> en sangre a los estímulos visuales en la corteza visual después de la suministración de Cr.	No especifica la dosis de Cr	La suplementación de Cr reduce los niveles de O <sub>2</sub> dependientes en sangre un 16% y aumenta la capacidad de memoria en un 26%	No
Sabrina Moret, Annalisa Prevarin, Franco Tubaro. (35)	2010	Comprobar los niveles de Cr, contaminantes orgánicos y metales pesados en la creatina como suplemento dietético.	33 muestras de suplementos de creatina del mercado.	Se midieron los contaminantes orgánicos y los metales pesados de la Cr.	Se utilizó la técnica de cromatografía líquida de alto rendimiento.	La Cr resultó ser el contaminante orgánico más importante con un 44% de las muestras de más de 100mg/kg, alrededor del 15% de las muestras tenían dihidro-1, 3, 5-triazina que excedían el límite máximo de 8 mg/kg y una concentración de diciandiamida de más de 50mg/kg	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
						mientras que ninguna de la muestras estaba contaminada con tiourea. En cuanto a los metales pesados solo el mercurio estaba presente en cantidades detectables, a niveles inferiores a 1mg/kg	
Tim N. Ziegenfuss, Michael Rogers, Lonnie Lowery, et al. (56)	2002	Medir el efecto de la Cr sobre el rendimiento de sprints (potencia anaeróbica) y el volumen del músculo en deportistas de élite.	10 hombres y 10 mujeres sanos y deportistas.	Se midió la velocidad del sprint en 6 sprints de 10 segundos con 60 segundos de descanso y el tamaño de los músculos a través de una resonancia magnética	Dosis diaria de Cr de 0,35 gr/kg de masa magra durante 3 días	Aumento de hasta el 6,6% del muslo medio aunque no está claro si es aumento de proteínas, agua o las dos. Y aumento del pico de potencia desde 0,31 hasta 0,82 y de 0,21 a 0,86 (trabajo total).	No
Bidisha Banerjeea, Uma Sharmab, Krithika Balasubramanian b, et al. (3)	2010	Evaluar el efecto de la suplementación oral de Cr en la energía celular.	33 niños con distrofia muscular Duchenne.	Se determinó el metabolito del fósforo a partir de una resonancia magnética espectroscópica del músculo de la pantorrilla derecha. (31P MRS), Prueba	Dosis diaria de 5 gr de Cr durante 8 semanas	Aumento del 62% en los niveles de Pcr y ATP	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
				muscular manual y el estado funcional			
Jeffrey Stout, Joan Eckerson, David Noonan, et al. (51)	1999	Examinar los cambios de fuerza en press de banca plana, salto vertical y 100 m lisos y el peso de la grasa corporal en jugadores de fútbol	24 jugadores de futbol universitarios y sanos.	Press de banca plana, salto vertical, tiempo en 100 m lisos y peso de grasa corporal.	8 semanas de placebo de monohidrato de Cr	El grupo CM + CHO experimentó mejora significativa (~ ~ 0.05 ) mejora en BPS , VJ , 100 m tiempo de guión y APT en comparación con el grupo CHO . Sin embargo , las puntuaciones de delta para el grupo de CM no fueron significativamente diferentes del grupo CHO . Estos datos sugieren que los CHO tomada con CM durante el entrenamiento puede ser superior a la formación por sí sola para mejorar el rendimiento del ejercicio y APT .	Si
Airi Watanabe, Nobumasa Kato, Tadafumi Kato. (54)	2002	Comprobar el papel de la Cr como suplemento en la prevención de fatiga	24 sujetos sanos.	Niveles de hemoglobina oxigenada cerebral a través de	8 gr al día durante 5 dias	Reducción del aumento de hemoglobina oxigenada en el	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
		mental (central).		espectroscopia de infrarrojo.		cerebro y consecuentemente menos fatiga mental en calculos matemáticos simples.	
Christian P. Braeggera, Uwe Schlattnerb, Theo Wallimannb. (7)	2003	Evaluar clínicamente , si la suplementación con creatina mejora la fuerza muscular isométrica máxima y la función pulmonar en pacientes con FQ.	18 pacientes con FQ.	Los pacientes fueron monitorizados durante 24 - 36 semanas . La actividad enzimática de la creatina quinasa se ??midió en cultivos de células epiteliales primarias.	Dosis diaria durante 12 semanas	no hubo ningún cambio en la función pulmonar y concentraciones de electrolitos del sudor. Aumento de la fuerza max isometrica del 18,4% y del bienestar general mediante un cuestionario estandarizado	No
AJ Murphy, ML Watsford , AJ Coutts, DAB Richards. (36)	2005	Determinar si la creatina afecta a la estructura y función cardiovascular y examinar el efecto en la potencia aeróbica.	18 pacientes sanos de los cuales la mitad eran grupo control y la otra mitad grupo experimental.	Masa corporal, el consumo máximo de oxigeno, la frecuencia cardíaca máxima, las medidas ecocardiograficas y la presión arterial.	20gr de suplementación de Cr diarios durante 2 días y 10gr diarios durante los siguientes 21 dias.	No hubo cambios en los niveles de presión arterial, tampoco hubo cambios en ninguno de los dos grupos en cuanto a las medidas electrocardiograficas se refiere, en cuanto al aumento de masa muscular se observo en el grupo experimental un aumento de hasta	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
						1,5kg, y tendencias decrecientes en el consumo maximo de oxigeno del grupo experimental hasta el agotamiento.	
L. Mazzini, C. Balzarini, R. Colombo, G. Mora, I. Pastore, R. De Ambrogio, M. Caligari. (33)	2001	Examinar los efectos de la suplementación de Cr sobre el rendimiento del ejercicio y la fuerza isométrica máxima en contracción voluntaria en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica.	28 pacientes con ELA.	Fuerza isométrica máxima de 10 grupos musculares de las extremidades superiores e inferiores (hombro, el codo, la cadera, flexores y extensores de la rodilla, el tobillo dorsiflexores y flexores plantares.) y una media de fatiga por medio de un protocolo intermitente de alta intensidad en flexores del codo y músculos extensores de la rodilla.	20 gr por dia de Cr durante 7 dias y 3gr por dia durante un periodo de 3 a 6 meses.	En 20 pacientes se observo un aumento despues de 7 dias de suplementación de la fuerza maxima isometrica en un 70%, los extensores de la rodilla en el 15% y tambien en los flexores del codo.	No
Renata Rebello Mendes, Ivanir Pires, Althair Oliveira, Julio	2003	Determinar el efecto de la suplementación con Cr sobre el rendimiento y composición	18 nadadores sanos.	Acumulacion de lactato post-rendimiento, composicion corporal, excrecion	4 dosis de 5gr diarios de Cr mas 20gr doarios de carbohidratos, mientras el grupo	El grupo control excreto un aumento significativo de los niveles de Cr pero sim embargo mas del	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
Tirapegui. (44)		corporal de los nadadores.		de Cr y las concentraciones de creatina sericas antes o despues de la suplementacion con Cr o placebo.	control sólo recibio los carbohidratos.	50% quedo almacenada, las concentraciones sericas en sangre aumentaron en el grupo control levemente, en cuanto a los test de natacion no se apreciaron significantes diferencias entre ambos grupos. Los niveles de lactato en el grupo experimental no variaron antes y despues de la suplementacion pero si se observo un aumento de tales niveles en el grupo control respecto al experimental.	
Chad M. Kerksick, Ph.D, Chris Rasmussen, M.S., Stacy Lancaster, M.S. (29)	2006	Se evaluó si el calostro o una mezcla isocalórica e isonitrogenada de suero y la caseína, además de creatina (Cr) afecta a la	49 sujetos sanos y entrenados en fuerza.	Se midio la resistencia muscular y la masa muscular.	suplementacion de Proteinas/calostro, proteinas/Cr o calostro/Cr durante 12 semanas	El entrenamiento de resistencia aumento el RM, la resistencia muscular y la capacidad de sprint anaerobico por igual en todos los grupos.	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
		composición corporal, la fuerza muscular y la resistencia, y el rendimiento anaeróbico durante el entrenamiento de resistencia.				Se observaron mayores ganancias de masa muscular en sujetos que tomaron la suplementación siendo mayor en aquellos que tomaron Cr	
Wim Derave, Ludo Van Den Bosch, Griet Lemmens. (18)	2002	Identificar las características metabólicas y contráctiles de los músculos esqueléticos rápidos y de contracción lenta en un modelo de ratón transgénico de la esclerosis lateral amiotrófica. Además, se investigaron los efectos de la suplementación oral con creatina en la capacidad funcional muscular en este modelo.	Ratones.	Se evaluo el peso corporal y la fuerza de presion	2% de monohidrato de creatina de 60 a 120 días de edad	En ratones de tipo salvaje se mostro mas elevado en comparación a los ratones transgenicos. En un modelo de raton transgenico con ELA la Cr no ejerce una funcion beneficiante.	No
Charles P. Lambert, PhD, R. Lee Archer, MD,	2003	Evaluar la eficacia de la ingesta de monohidrato de	16 personas con EM.	la creatina intramuscular total de fosfocreatina,	Ocho individuos con EM fueron asignados al azar al grupo de	ingestión de creatina no elevan significativamente la	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
John A. Carrithers, MS, William J. Fink, MS, William J. Evans, PhD, Todd A. Trappe. (30)		creatina en la elevación de los depósitos de creatina intramuscular y la mejora de la capacidad de ejercicio en personas con esclerosis múltiple.		creatina libre, y salida de trabajo total.	creatina (20g / d de monohidrato de creatina durante 5 días), y otros 8 fueron asignados al azar al grupo placebo.	creatina intramuscular total fosfocreatina o creatina libre o mejorar la producción total de trabajo.	
Anni Vanhatalo, Andrew Mark Jones. (52)	2009	Evaluar si una carga de Cr puede provocar alguna alteración en la potencia crítica o total del trabajo realizado.	7 sujetos activos.	la potencia critica se estima a partir de la salida de potencia media durante los últimos 30 segundos de la prueba	5 días con 20 g · d-1 de un placebo de glucosa (PL) y la misma dosis de creatina monohidrato (CR)	La suplementación con creatina dado lugar a un aumento significativo en la masa corporal (de $80,4 \pm 9,2$ kg a $81,5 \pm 9,5$ kg, $p < 0,05$ ), mientras que la masa corporal no fue diferente después de la suplementación con placebo ( $80,3 \pm 9,3$ kg, $p > 0,05$ ) pero la Cr no tiene efecto ergogenico en la potencia critica.	No
Eric S. Rawson Ph.D., Michael J. Stec B.S., Sara J. Frederickson M.S., Mary P.	2010	Examinar los efectos de 6 semanas de suplementación de Cr en dosis bajas en la composición	20 hombres y mujeres sanos.	Previamente y posteriormente a la toma de Cr, se midio la fuerza máxima(3 reps maximas	0,03 g por kg de peso en dosis diarias de 6 semanas	Se observaron solo resultados favorables en el aumento de la Cr en plasma y en la resistencia a la fatiga	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
Miles. (43)		corporal, la función muscular y la retención de Cr en el cuerpo.		extension concentrica de la rodilla a 180°/s), la fatiga muscular (5 series de 30 extensiones de rodilla concentricos a 180°/s) y la concentración de Cr en el plasma.		muscular de hasta el 11%	
L.R. Brilla, M.S. Giroux, A. Taylor, and K.M. Knutzen. (8)	2003	Evaluar la administración de suplementos de magnesio creatina en el agua corporal y el par de los cuádriceps.	35 sujetos sanos.	Medidas pre-post se completaron con bioimpedancia para determinar el agua corporal total (ACT), el agua extracelular (ECF), y el agua intracelular (ICF) y un dispositivo isocinético a 180 grados por segundo para la extensión de la rodilla de par máximo (T), trabajo total (W) y potencia (PWR)	Maltodextrano (Placebo), óxido de Mg más Cre (MgO-Cre) y quelato de Mg-creatina (MGC-Cre) a 800 mg de Mg y 5 g Cre por día se utilizaron durante 2 semanas	Ambos grupos de tratamiento había aumentado PWR ( $P < 0,05$ ). MGC-Cre afecta compartimientos de fluidos celulares. Los cambios de par de pico fueron significativas sólo en el grupo MGC-Cre, que tuvo aumentos en la ICW que pueden inferir la creatina más muscular debido a su efecto osmótico, y con el aumento de la hidratación celular, quizás aumento de la	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
						síntesis de proteínas.	
Tácito Pessoa de Souza Júnior, João Paulo Dubas, Benedito Pereira e Paulo Roberto de Oliveira. (39)	2007	Verificar las alteraciones promovidas por la suplementación de Cr en las variables antropométricas y de resultante de fuerza máxima dinámica en universitarios sometidos a 8 semanas de entrenamiento de fuerza.	18 universitarios de sexo masculino.	Se midio estatura, masa corporal, y test de accion muscular voluntaria maxima dinamica.	la mitad de los sujetos recibio dosis diaria de 30gr Cr durante la 3ra semana.	Se observó un aumento de masa magra en los sujetos del grupo experimental en el brazo y antebrazo ( $r = 0,481$ e $0,546$ , respectivamente) el grupo experimental motro tambien alteraciones positivas en el ejercicio de sentadilla.	Si
Masoumeh Azizi. (2)	2011	Investigar los efectos de la suplementación de Cr en el rendimiento anaeróbico y de sprint en la natación femenina a través de 6 días de entrenamiento.	20 nadadoras .	se midio 1RM, en press de banca y salto vertical, y el tiempo de natacion para los 25 metros y el tiempo en 60 yardas	grupo de tratamiento de creatina (CT) ( $n = 10$ ) o grupo de control con placebo (PC) ( $n = 10$ ). Durante la fase, el grupo CT ingirió 5 g de creatina monohidrato 4 veces al día. El grupo PC siguió la misma pauta de administración, pero consumió un placebo glucosa.	Se obervó un aumento ligero en el 1RM y una disminución en las 60 yardas.	Si

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
Robert E. Young, John C. Young. (55)	2007	Investigar el efecto de la suplementación con creatina en la dieta sobre la hipertrofia y el rendimiento del músculo esquelético de rata.	Ratas macho Sprague-Dawley.	Con la pierna fija en la rodilla y el tobillo, el tendón distal de la EDL o sóleo fue unido a un transductor de fuerza y el músculo se estimuló eléctricamente a través del nervio ciático.	La creatina (300 mg / kg) se administró a una mitad de cada grupo durante 5 semanas	la suplementación con creatina no aumentó la hipertrofia muscular o la fuerza de producción en EDL de la rata o el músculo sóleo, proporcionando pruebas de que los beneficios potenciales de la suplementación con creatina no se deben a un efecto directo sobre el músculo, sino más bien a una mayor capacidad para entrenar.	No
R.V.T. Santos, R.A. Bassit, E.C. Caperuto, L.F.B.P. Costa Rosa. (47)	2003	Evaluar el efecto de un protocolo de suplementación con creatina sobre los marcadores de inflamación y dolor muscular: la creatina quinasa (CK), lactato deshidrogenasa (LDH), la prostaglandina E2	34 corredores.	Muestras de sangre antes de la carrera se recogieron inmediatamente antes de ejecutar el 30 kilómetros y 24 horas después de la final de la prueba	Los corredores con experiencia previamente en correr maratones, con su mejor marca personal entre 2.5-3h se complementaron durante 5 días antes de la carrera de 30 km con 4 dosis de 5 g de creatina y 15g	Después de la prueba, los atletas del grupo control presentaron un aumento de la concentración plasmática de CK (4,4 ??veces), LDH (43%), PGE2 6,6 veces) y TNF-a (2,34 veces), lo que indica	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
		(PGE2) y factoralpha de necrosis tumoral (TNF-a) después de correr 30 kilometros.			de maltodextrina por día, mientras que el grupo control recibió la misma cantidad de maltodextrina.	un alto grado de lesión de las células y la inflamación. La suplementación con creatina atenúa los cambios observados para CK (por 19%), la PGE2 y TNF-a (por 60.9% y 33.7%, respectivamente, p <0,05) y se suprimió el aumento en la concentración de LDH en plasma observada después de correr 30 kilometros, Los atletas no lo hicieron presentar efectos secundarios tales como calambres, deshidratación o diarrea, ni durante el período de la suplementación, ni durante la carrera de 30 km. Todos los atletas terminaron la carrera en un tiempo equivalente a su mejor marca personal	

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
						F 5,8%. Estos resultados indican que la suplementación con creatina reduce el daño celular y la inflamación después de una intensa carrera exhaustiva.	
D. Sheikholeslami Vatania, H. Faraji, R. Sooric, M. Mogharnasid. (50)	2010	Determinar la influencia de la suplementación con creatina a corto plazo sobre el rendimiento de sprint de natación (50 y 100 m) y las respuestas hormonales (hormona del crecimiento, testosterona y cortisol).	20 nadadores aficionados masculinos.	Los sujetos fueron evaluados para las respuestas de rendimiento y hormonales el día antes y después de esta carga de creatina.	Veinte nadadores aficionados masculinos ingirieron creatina monohidrato (CR) o un placebo emparejado (PL) durante 6 días.	El tiempo del grupo CR en 50m fue significativamente disminuido (Beforeperiod: 53,1 ± 3,73 s, después: 50,7 ± 2,84 s). La hormona del crecimiento y cortisol no fueron afectados por esta carga de creatina. Pero, la concentración de testosterona era significativamente mayor en comparación con PL CR después del periodo de suplementación (P	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
					<0,05).		
Jose Antonio Ciccone, Victoria Ciccone. (13)	2013	Determinar la diferencia entre pre vs post ejercicio suplementación de creatina en las mediciones de la composición corporal y la fuerza.	19 culturistas recreativos sanos.	La composición corporal (Bod Pod ®) y 1-RM en press de banca (BP) se determinaron. Registros de la dieta fueron recogidos y analizados (un día por semana al azar, cuatro días totales analizados).	PRE-SUPP o POST-SUPP entrenamiento suplementación de creatina (5 gramos). El grupo PRE-SUPP consumida 5 gramos de creatina inmediatamente antes del ejercicio. Por otro lado, el grupo POST-SUPP consume 5 gramos inmediatamente después del ejercicio. Los sujetos entrenaron una media de cinco días a la semana durante cuatro semanas. Los sujetos consumieron el suplemento en los dos días de no entrenamiento a su conveniencia. Los sujetos realizaron una fracción de la rutina de periodización, entrenamiento de	la suplementación con creatina después del entrenamiento es posiblemente más beneficioso en comparación con la administración de suplementos pre entrenamiento con respecto a la FFM, FM y 1-RM BP. El cambio medio en los grupos SUPP y PRE-POST-SUPP para el peso corporal (BW kg), FFM (kg), FM (kg) y 1-RM en press de banca (kg) fueron los siguientes, respectivamente: Media ± SD; BW: $0,4 \pm 2,2$ frente a $0,8 \pm 0,9$ ; FFM: $0,9 \pm 1,8$ vs $2,0 \pm 1,2$ ; FM: $-0,1 \pm 2,0$ frente a $-1,2 \pm 1,6$ ; Press de banca 1-RM: $6,6 \pm 8,2$ frente a $7,6 \pm 6,1$	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
					culturismo cinco días por semana (pecho-hombros-tríceps; Back-bíceps, piernas, etc.)		
David H. Fukuda, Abbie E. Smith, Kristina L. Kendall, Jeffrey R. Stout. (20)	2010	Examinar la hipótesis de que un suplemento pre-ejercicio que contiene cafeína, creatina y aminoácidos ácidos (Tiempo de Juego; Corr-Jen Laboratories Inc, Aurora, CO) impactarían positivamente la velocidad crítica y funcionamiento de la capacidad anaeróbica en hombres y mujeres de edad universitaria.	10 sujetos universitarios.	Cada participante completó carreras hasta el agotamiento en una cinta de correr a 110%, el 90% (día 1), y el 105% y el 100% (día 2) de la velocidad pico (PV) determinada a partir de una prueba de ejercicio graduado.	consumieron el suplemento pre-ejercicio (ACT) o placebo (PL) antes de cada sesión de evaluación	La ACT (suplemento pre ejercicio) provocó un funcionamiento de la capacidad aeróbica 10,8% mayor ( $P = 0,02$ ) en comparación con el grupo control, mientras que no se encontraron diferencias en la velocidad crítica (0,6%, $p = 0,38$ ). La distancia total recorrida fue mayor para el ACT que el grupo control a 110% (ACT = $125,7 \pm 9,6$ segundos, PL (grupo control) = $117,3 \pm 12,6$ segundos), 105% (ACT = $156,9 \pm 11,0$ segundos, PL = $143,8 \pm 12,9$	No

AUTOR Y Nº REF. BIB.	AÑO	PROPÓSITO	MUESTRA	MEDICIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	DOBLE CIEGO
						segundos) y 100% PV (ACT = 185,7 ± 10,7 segundos, PL = 169,7 ± 12,8 segundos) (P = 0,01 hasta 0,04); pero no había ninguna diferencia para el ETT en 90% de PV (ACT = 353,5 ± 52,7 segundos, PL = 332,7 ± 54,0 segundos) (P = 0,08). Estos hallazgos sugieren que la ingestión aguda de este suplemento antes del ejercicio puede ser una estrategia eficaz para mejorar el rendimiento anaeróbico, pero no parece tener un efecto sobre la potencia aeróbica.	

## **6. Discusión**

La herramienta utilizada para el análisis de datos obtenidos de la lectura de los artículos ha resultado muy eficaz para poder diferenciar todas las opciones que se engloban dentro de una variable y poder agruparlas por semejanza.

En la primera variable, que hace referencia al propósito de investigación, vemos como predomina el interés hacia el rendimiento deportivo o funcional, ya que desde mi punto de vista, cuando hablamos de rendimiento no sólo se debe hacer referencia a lo que se conoce como alta competición o alto nivel sino que una persona que ha salido de una intervención quirúrgica y con el paso del tiempo se recupera y adquiere mayor autonomía, funcionalidad, fuerza, también experimenta un aumento del rendimiento, aunque en este caso no lo considero deportivo sino más bien funcional. Aun así teniendo como referencia la gran bolsa que implica el factor asociado al rendimiento nos apoyamos en diversos autores que hablan de la creatina en este ámbito. Según Stout (1999) la fosfocreatina -que se renueva gracias a la suministración de creatina- es el principal combustible de reserva para la resíntesis de ATP durante el ejercicio anaeróbico, lo cual, con una pequeña reflexión, nos hace ver que la creatina juega un papel fundamental en la expresión de fuerza mediante la vía metabólica anaeróbica aláctica. También vemos que según Mazzini (2001) la suplementación con creatina en humanos ha mostrado aumentos de masa muscular, de fuerza y de potencia, cuestiones que claramente se relacionan con el rendimiento tanto muscular como funcional.

Si nos centramos en el rendimiento deportivo vemos que la mayoría de los estudios tienen como muestra un número determinado de sujetos sanos, todos ellos activos físicamente, lo que nos da a entender que se ha hecho mucho más énfasis en el rendimiento deportivo que en el rendimiento funcional. La revisión de Carrillo (2011) por ejemplo, nos muestra varios casos en los que las muestras son deportistas, aparentemente sin ningún tipo de patología; tal es así que vemos que en el caso del voleibol femenino los hallazgos siguen que la suplementación con creatina conjuntamente con un buen programa de acondicionamiento puede ser una forma efectiva de mejorar en rendimiento en la fuerza máxima y el salto vertical; como no se han encontrado estudios que demuestren que el funcionamiento de la suplementación con creatina y sus efectos varían según el sexo deducimos que en un grupo de voleibol masculino podría llegar a ser efectivo también y, teniendo en cuenta el tipo de deporte, que un factor importante en el rendimiento es la fuerza máxima y explosiva podríamos suponer que también sería efectiva en esa familia de deportes, por

ejemplo, en el tenis, baloncesto, balonmano, etc.

En cuanto a las mediciones, relacionadas con el propósito de estudio, la mayoría de ellas están enfocadas a cuestiones relacionadas con el rendimiento deportivo, por ejemplo, Ziegenfuss (2002) mide velocidad del sprint en 6 sprints de 10 segundos con 60 segundos de descanso y el tamaño de los músculos a través de una resonancia magnética.

Atendiendo a las intervenciones nos encontramos que la gran mayoría se basan en dosis diarias durante un periodo de tiempo determinado; en la revisión de Andres (2008) se llega a la conclusión que la suplementación en la dieta oral incluyendo una fase de carga de 5 a 7 días con 4 dosis de 5 gramos de creatina por día -para adultos sanos- seguido de una dosis de mantenimiento de 2 a 5 gramos diarios durante 3 meses a dos años mostró un excelente perfil de seguridad. Por otra parte, Corrales Salguero (2010) nos cita que el protocolo de carga típico para un hombre de 70 kilogramos es una dosis de 5 gramos 4 veces por día durante una semana. A continuación seguiríamos un periodo de mantenimiento en el cual se suministraría de 2 a 5 gramos por día. Siguiendo a la misma obra, hoy en día se ha llegado a la conclusión de que una fórmula eficaz es una única dosis diaria de creatina de 0,033 gramos / kilogramo / dia (0,033 gramos por kilo de peso corporal durante x días), esta dosis durante treinta días induce a un aumento gradual y saturación máxima de sus depósitos hacia el fin del periodo.

Para finalizar, de toda la cantidad de resultados que se obtuvieron aquellos relacionados con el rendimiento encabezan la lista con bastante ventaja. Se muestran resultados que indican un aumento de masa muscular y fuerza desde los 7 días se suplementación hasta los 6 meses, atendiendo a las fases de carga y de mantenimiento si es el caso, que vemos que sólo ocurre en largos períodos de suplementación mientras en aquellos que sólo se ingirió la creatina durante unos pocos días fue a modo de carga. Es importante ver que los efectos positivos tienen lugar en esfuerzos de corta duración e intensidad elevada, como puede ser un levantamiento de pesas, aunque en la natación (sprint de 50 metros) no se observaron mejoras de tiempo. Según citas de Azizi (2011) la bajada de rendimiento en es sprint de natación de 25 y 50 metros con un periodo de suplementación de creatina de 6 días incluyendo 20 gramos diarios se debe a un aumento de la resistencia hidrodinámica que está asociada a la ganancia de peso corporal causada por la creatina. Pero en nuestros resultados no sólo aparecen la ganancia de masa muscular sino también aparece el aumento de fuerza tal y como sugiere Jówko (2001) la suplementación con creatina aumenta la fuerza de manera aditiva siguiendo un plan de entrenamiento con resistencia.

En este trabajo como ya sabemos intentamos hacer una pequeña revisión sobre las publicaciones más recientes de la creatina pero revisiones como la de Andres (2008) se centran en aspectos neurológicos llegando a la conclusión de que el sistema de fosfocreatina juega un papel clave en la acumulación de energía celular y transporte de energía, en particular en células con alto requerimiento energético como son las neuronas. La creatina quinasa se expresa en el adulto y en el desarrollo del cerebro y de la médula espinal lo que sugiere que el sistema de creatina quinasa juega un papel importante en el sistema nervioso central y un deterioro funcional de este sistema conduce a un deterioro del metabolismo energético, que es un principal fenotipo para diversas enfermedades neurodegenerativas relacionadas con la edad. La suplementación con creatina exógena ha demostrado ser útil para reducir la pérdida de células neurales en paradigmas experimentales de enfermedades neurológicas agudas y crónicas.

Por otra parte, Shao (2006) se plantea el consumo de creatina desde el punto de vista de la seguridad llegando a la conclusión de que hay tres tipos de suplementación: la primera incluye dosis altas (20 gramos) durante un periodo corto de tiempo (1 semana); la segunda hace referencia a suplementación con dosis más bajas (3-5 gramos) pero periodos de tiempo más largos (1 año) y, por último, la combinación de ambos que hace referencia al periodo de carga y mantenimiento que nombramos anteriormente. Según tal autor no hay ningún problema en ingerir una cantidad de 5 gramos al día para la suplementación crónica.

También, siguiendo las conclusiones de Corrales Salguero (2010) en cuanto a personas mayores se refiere los efectos de la creatina en este grupo de poblaciones no están totalmente claros. Unos estudios obtienen mejores resultados en los grupos que ingieren la suplementación con creatina pero otros observan mejores resultados en los grupos placebo. Lo que si está claro es que realizaron algún tipo de entrenamiento tuvieron mejores resultados que aquellos que no lo realizaron.

Para finalizar, hemos mencionado varias veces que la creatina sugiere un aumento de masa muscular según el trabajo de revisión de Gorostiaga (2007) no se conciben con precisión los mecanismos que inducen este aumento de peso corporal con la ingestión aguda o crónica de la creatina. El aumento observado en la ingestión aguda de creatina se cree que se debe, en gran parte, al aumento del volumen de líquido intracelular inducido por la entrada de creatina en el músculo. Debemos tener en cuenta, según la misma obra, que la creatina es un molécula osmóticamente activa lo que significa que si la ingesta de creatina se acompaña de un aumento de este producto

concentrado en el músculo, se puede esperar que tal aumento provocará un paso de agua al interior de la célula muscular aumentando dicho volumen de líquido intracelular y consecuentemente el tamaño del músculo.

### **Elección del mejor artículo**

En este breve apartado me quiero centrar en aquellos artículo que hayan sido más significativos en este estudio para poder discriminar y llegar a la conclusión de poder obtener una mejora obra.

En primer lugar descartamos aquellos artículos que no hayan sido llevados a cabo con el método “a doble ciego”, el cual nos permite evitar predecir los resultados ya que ninguna de las dos partes (sujetos y experimentadores) saben cuál es el papel de cada persona con lo cual se elimina el prejuicio, la subjetividad y el factor psicológico que puede afectar a los sujetos tanto control como experimentales; por lo tanto en esta parte contamos con un total de 11 publicaciones (2, 19, 28, 29, 30, 36, 39, 42, 43, 51, 54).

En segundo lugar, de esos 11 artículos cogeremos solamente aquellos que tengan como propósito estudiar una cuestión relacionada con el rendimiento deportivo ya que es la temática que más nos interesa; en este paso nos quedamos con 8 artículos (2, 28, 29, 30, 36, 39, 43, 51).

En tercer lugar descartamos aquellos artículos que no tengan como muestra sujetos sanos o deportistas, ya que no nos serviría de nada concluir nuestra investigación atendiendo a personas que haya padecido alguna lesión y no puedan expresar sus habilidades deportivas al cien por cien; en este inciso contamos con un total de 7 publicaciones (2, 28, 29, 35, 39, 43, 51).

Seguidamente, desde mi punto de vista, en el deporte es más importante la fuerza que la hipertrofia, un argumento muy sencillo para apoyar esta idea es, por ejemplo, centrándonos en un jugador de voley: es una persona que debe levantar su propio peso para poder realizar una acción de la manera más efectiva posible ya sea: atacar, sacar o bloquear, por lo tanto cuanta más masa muscular tenga más será el peso a levantar, si por el contrario con una masa muscular adecuada produce gracias a su entrenamiento y dieta un aumento en la fuerza podrá levantar más su peso ganando más altura. Dicho esto seleccionamos de esos 7 artículos aquellos que tengan como propósito estudiar comparaciones en la variante de fuerza y resistencia a la fatiga local y no hipertrofia, de esta manera nos quedamos con un total de 4 artículos (2, 39, 43, 51), pero de estos cuatro elegiremos los más recientes y por lo tanto contamos con dos artículos (2, 43).

El primer artículo nos habla de cómo después de un corto periodo de 6 días ingiriendo suplementación de creatina en dosis altas observamos mejoras en la fuerza máxima apoyando para esta afirmación mejoras en el 1RM de los sujetos y una disminución en el sprint de natación pero que no fue estadísticamente significativa.

Por otra parte el segundo estudio nos muestra que tras una suplementación con creatina de 6 semanas siguiendo dosis bajas guiadas por la fórmula 0,03 gramos de creatina x kilogramos de peso x día el beneficio que se obtiene a nivel de rendimiento deportivo hace referencia a la fatiga local mostrando un aumento a la resistencia a la fatiga sin tener resultados sobre la fuerza o la composición corporal. La ingesta de dosis bajas de creatina puede aumentar la retención de creatina en el cuerpo y mejorar la resistencia durante series repetidas de contracciones de alta intensidad sin ningún aumento de masa corporal sin ser necesaria la semana de carga (4 dosis diarias de 5 gramos de creatina x día). La ausencia de ganancia de masa corporal puede ser beneficiosa para aquellas poblaciones deportivas en las que el aumento excesivo de peso no es deseable, como puede ser en el voley por la razón explicada con anterioridad.

Dicho esto y atendiendo a los intereses deportivos del alumno nos centramos en el segundo artículo; nos demuestra cómo una suplementación de dosis bajas de creatina es útil para disminuir la fatiga local sin provocar aumentos de masa muscular ni ningún otro cambio en la composición corporal. Este hecho tiene especial relevancia en el voley ya que el modelo de prestación de estos deportistas se basa en niveles significantes de fuerza explosiva y resistencia a la misma en las acciones prolongadas y no tan prolongadas, ya que el jugador se encuentra durante todo el momento que acontece la acción en tensión máxima, por lo tanto en un entrenamiento o en un partido de 4 o 5 sets puede llevar al agotamiento de los niveles de fosfocreatina y mostrar niveles más elevados de fatiga respecto a jugadores que ingieren el suplemento en cuestión, lo cual probablemente comportaría una ejecución menos correcta de la técnica y con ello un descenso del nivel. Teniendo esto como argumento señalamos el artículo número 42 de nuestra lista bibliográfica *Low-dose creatine supplementation enhances fatigue resistance in the absence of weight gain* (2) como el más adecuado no solamente por su tema a tratar y su relación con el deporte que interesa al alumno sino también por su técnica de trabajo y calidad (doble ciego), por su intervención, por los aspectos que mide y por su año reciente en el que se ha llevado a cabo la investigación.

Aun así la línea de investigación de esta rama puede quedar abierta, si nos centramos en el artículo anteriormente mencionado se podrían observar las adaptaciones del organismo a una dosis

fija en el tiempo, si aplicamos el mismo estímulo de manera repetida nuestro organismo asimila el cambio y llegado el momento la mejora deja de observarse aunque, es posible que a la larga el deportista observe variaciones en su peso lo cual siguiendo la suministración de creatina por la fórmula ya conocida se produzca un aumento en la dosis y los resultados sigan siendo beneficiosos.

## 7. Conclusiones

Una vez analizados todos nuestros resultados extraemos una serie de conclusiones que nos ayudan a responder a nuestros objetivos específicos planteados en la primera parte de este trabajo, tales conclusiones nos pueden dar pautas a la hora de aconsejar sobre la suplementación con creatina a nuestros deportistas de manera segura:

- Como norma general el protocolo de suministración de creatina a un deportista adulto medio sería de la siguiente cantidad: 0,033 gramos / kilogramo / día o bien 4 dosis diarias de 5 gramos cada una durante 7 días para seguir con una fase de mantenimiento de hasta 3 meses con un suministro de 5 gramos diarios. Considero mejor la primera ya que probablemente el sujeto experimente un aumento de peso -sin especificar el motivo- lo cual aumentaría gradualmente la ingesta de creatina y no llegaríamos a un estancamiento producido por suministrar el mismo estímulo.
- Los suministros de creatina son eficaces en modalidades deportivas que requieren la utilización de la vía metabólica anaeróbica concretamente la zona alta de eficiencia anaeróbica (6-30 segundos).
- Para suministrar creatina como suplemento a un equipo de jugadores deberíamos hacerlo en la primera semana de pretemporada, que se trabaja con sobrecargas altas, para luego seguir con una fase de mantenimiento al menos durante las 8 o 9 semanas de pretemporada, aunque se podría extender hasta el final de temporada siguiendo las pautas de la dosis de mantenimiento y siempre después del entrenamiento. Por otra parte podríamos aplicar también la fórmula para cada jugador y personalizar más la dosis en base a su antropometría.
- La creatina no se recomienda en modalidades deportivas cuya base se centre en esfuerzos de carácter aeróbico dado que la principal fuente de energía para estas actividades proviene de la zona metabólica de eficiencia aeróbica lo cual implica la oxidación de carbohidratos y lípidos.

## 8. Conclusions

Once analyzed our results we extract some conclusions that help us meet our specific objectives established in the first part of this study, such conclusions can give us guidelines when advising on creatine supplementation so our athletes for sure

- In general the protocol furnishing of creatine would be the average adult athlete of the following amount: 0.033 g / kg / day or 4 daily doses of 5 grams each for 7 days to continue with a maintenance phase of up to 3 months with a supply of 5 grams per day. Better believe the first and probably the subject experience an increase in weight without specifying the reason-which would gradually increase the intake of creatine and not arrive at a stalemate for providing the same stimulus.
- Supplies of creatine are effective in different sports that require the use of anaerobic metabolic pathway specifically high efficiency anaerobic zone (6-30 seconds).
- For supplying creatine to supplement a team of players should do in the first week of preseason, which works with high overload, and then continue with a maintenance phase for at least 8 or 9 weeks of preseason, but could be extended to the end of the season following the guidelines of the maintenance dose and always after training. Moreover we could also apply the formula for each player and customize more dose based on their anthropometry.
- Creatine is not recommended on whose base different sports to focus on efforts aerobic nature since the main source of energy for these activities comes from aerobic metabolic efficiency area which involves the oxidation of carbohydrates and lipids.

## 9. Limitaciones y prospectiva

Finalizado el estudio vemos algunas pequeñas limitaciones que se podrían tener en cuenta para futuros trabajos, además ofrecemos algunas opciones de mejora que se podrían también tener en cuenta para dar más calidad a la investigación:.

- A la hora de realizar la tabla de análisis con los diferentes campos se podrían agragar algunos más para acotar algunas variables, por ejemplo, en cuanto a la intervención se podría diferenciar en dosis diarias de corto tiempo frente a dosis diarias de largo tiempo. En la categoría de rendimiento se podría especificar entre resistencia y fuerza máxima, por ejemplo.
- Se podría realizar entre más alumnos o voluntarios para obtener diferentes ideas y puntos de vista y llevar a cabo, por ejemplo, la técnica de triangulación de datos temporal, en la cual se recogen datos desde distintos momentos para compararlos, de esta forma podríamos comparar resultados por rangos de tiempo, por ejemplo, desde el 2000 al 2005, desde el 2005 hasta el 2010 y así hasta la actualidad y podríamos observar los intereses de cada periodo y las nuevas tendencias de investigación.
- Centrándonos en las prospectivas de futuro sería satisfactorio para el alumno poder llevar a cabo una investigación poniendo en duda las conclusiones obtenidas de este trabajo de revisión y poder reafirmarlas o, en caso contrario, obtener nuevas conclusiones e información relevante para llevarla a su aplicación práctica, es decir, este estudio no finalizaría aquí sino que se podría ampliar con un trabajo experimental.

## 10. Valoración final

A nivel personal este trabajo me ha supuesto un gran reto ya que previamente no había tenido la oportunidad de realizar un trabajo de tal magnitud ni tan complejo.

En primer lugar me ha ayudado a afianzarme con la búsqueda de artículos en bases de datos, lo cual es positivo ya que me ha hecho consciente de la necesidad de discriminar la información que creemos no válida, para lo cual debemos seguir unas pautas que no propongamos, como pueden ser, autores, fechas de publicación, temática, etc.

En segundo lugar me he dado cuenta de la importancia en la comprensión de la información ya que recopilar artículos que no entendemos no nos serviría para avanzar en nuestro estudio, esto fomenta una formación continuada a lo largo del proceso de investigación, cuanto más conoczamos sobre un tema más variables del mismo podremos abarcar y más enriquecedor será el resultado final.

Seguidamente, he podido comprobar que necesidad de una buena organización de los datos, para ello la tabla que realicé me resultó muy cómoda porque en todo momento podía ver las variables de cada artículo y las tenía en un mismo documento. Si no hubiese sido de esa manera los datos se hubiesen mezclado y hubiese resultado más complicada la tarea de agruparlos. Los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera respecto a los programas informáticos fueron de gran ayuda para poder mantener este orden.

Me he dado cuenta que muchas de las asignaturas estudiadas a lo largo de estos 4 años han sido muy importantes para llevar a cabo este trabajo, por ello me gustaría nombrarlas y explicar en qué me fueron de ayuda:

– La asignatura de **Estadística** impartida en primer curso me sirvió para tener estrategias de recopilación, agrupación y análisis de datos. Algunos de los conocimientos adquiridos en esta materia fueron aplicados para la realización de la tabla de registro de datos y para su filtro.

– En la asignatura de **Procesos de enseñanza-aprendizaje** fue muy útil para este trabajo el curso que realicé de Gestión de la información en el Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (nivel básico), para tener algunas ideas sobre donde buscar información útil y cómo saber si es fiable o no.

– **Fundamentos fisiológicos de la actividad física y del deporte** fue de gran importancia ya que a lo largo de este trabajo hemos tratado un tema altamente relacionado con la

fisiología sobre todo en cuanto se refiere al sistema energético. He tenido presente varias ideas que nos transmitieron los profesores y en base a ello he podido ampliar conocimientos y poder ser más preciso y detallista a la hora de realizar, por ejemplo, el marco teórico.

– El trabajo realizado en la asignatura de **Psicología de la actividad física y del deporte** fue de gran importancia para mí ya que también fue un trabajo muy complejo en el cual se utilizó mucho el programa Excel y pude extraer algunas ideas para la realización de este trabajo.

– **Teoría del entrenamiento deportivo** y **Entrenamiento deportivo en diferentes etapas evolutivas** fueron esenciales para concebir el modelo de prestación de las diferentes modalidades deportivas que se tratan en los artículos citados, de esta forma podía comprender mejorar los resultados y proponer una modalidad deportiva en la cual tener la idea de llevar a la práctica lo aprendido de esta revisión.

Creo que también hubiese sido interesante cursar la asignatura de **Nutrición** ya que creo que me hubiese aportado ideas para mejorar el trabajo, no sabría decir qué ideas concretamente pero algo bueno estoy seguro de que podría haber obtenido en cuanto al ámbito de la suplementación se refiere.

Finalmente decir que espero poder aplicar lo aprendido en este trabajo de final de grado en un futuro laboral próximo o no tan próximo, ya que a partir de ahora empieza una nueva y larga etapa laboral y de autoformación para poder estar siempre al tanto de nuevas tendencias y actualizado de los nuevos conocimientos que se descubren básicamente con la herramienta más utilizada en este trabajo: los estudios de investigación.

## 11. Bibliografía

1. Andres RH, Ducray AD, Schlattner U, Wallimann T, Widmer HR. Functions and effects of creatine in the central nervous system. *Br. Reser. Bull.* 2008. 76;329-343.
2. Azizi M. The effect of a short-term creatine supplementation on some of the anaerobic performance and sprint swimming records of female competitive swimmers. *Proc. Soc. and Beh. Sci.* 2011. 14: 1626-1629.
3. Banerjee B, Sharma U, Balasubramanian K, Kalaivani M, Kalra V, Jagannathan NR. Effect of creatine monohydrate in improving cellular energetics and muscle strength in ambulatory Duchenne muscular dystrophy patients: a randomized, placebo-controlled 31 P MRS study. *Magn. Res. Imag.* 2010. 28: 698-707.
4. Bender A, et all. Creatine improves health and survival of mice. *Neur. Of Agning.* 2008. 29:1404-1411
5. Benzi G. Is there a rationale for the use of creatine either as nutritional supplementation or drug administration in humans participating in a sport?. *Pharm. Resea.* 200. Vol 41 (3):255-264.
6. Bigard AX. Effets ergogéniques de la créatine. *Sci & Sport.* 1998. 13:211-222.
7. Braegger CP, et all. Effects of creatine supplementation in cystic fibrosis: results of a pilot study. *Jour. Of Cys. Fib.* 2003. 2:177-182.
8. Brilla LR, Giroux MS, Taylor A, Knutzen KM. Magnesium-Creatine supplementation effects on body water. *Metab.* 2003. Sept. Vol 52 (9):1136-1140.
9. Brosnan JT, Brosnan ME. Creatine metabolism and the urea cycle. *Mol. Gen. & Met.* 2010. Mar; 100:49-52
10. Brundnak MA. Creatine: are the benefits worth the risk? *Toxicol Lett.* 2004 Apr 15;150(1):123-30.
11. Carrillo P, Gilli MV. Los efectos que produce la creatina en la performance deportiva. *Inv.* 2011. Jun. Vol. 14 (26):101-115
12. *Centro de Estudios Investigación y Medicina del Deporte de Navarra* (2007).
13. Ciccone JA, Ciccone V. The effects of pre versus post workout supplementation of creatine monohydrate on body composition and strength. *J. of the Int. Soc. of Sp. Nutr.* 2013. Aug. 6: 10-36
14. Clark JF. Creatine: a review of its nutritional applications in sport. *Nutr.* 1998

Mar;14(3):322-4.

15. Colker CM, Swain MA, Februcini B, Shi Q, Kalman DS. Effects of supplemental protein on body composition and muscular strength in healthy athletic male adults. *Curr. Ther. Res.* 2000. Jan. Vol 61 (1):19-28.
16. Corrales AR. Efectos de la suplementación de la creatina en personas mayores y atletas de élite. *Portaldep La Rev.* 2010 (año 3) May-Jun. 18.
17. Dahlstrom EC, Olson A, Sharp RL, Baier SM, Alekel DL. Impact of proteins supplements on muscle recovery after exercise-induced muscle soreness. *J.Exerc. Sct. Fit.* 2010. 8 (2). 89- 96.
18. Derave W, Van Den Bosch L, Lemmens G, Eijnde BO, Robberecht W, Hespel P. Skeletal muscle properties in a transgenic mouse model for amyotrophic lateral sclerosis: effects of creatine treatment. *Neur of Des.* 2003. 13: 264-272.
19. Edmunds JW, Jayapalan S, DiMarco NM, Saboorian MH, Aukema HM. Creatine supplementation increases renal disease progression in han: SPRD-cy rats. *Am. Jour. Of Kid. Dis.* 2001. Jan. Vol 37 (1): 73-78.
20. Fukuda DH, Smith AE, Kendall KL, Stout JR. The possible combinatory effects of consumption of caffeine, creatine, and amino acids on the improvement of anaerobic running performance in humans. *Nutr. Res.* 2010. 30:607-614
21. González R, García D, Herrero JA. La suplementación con creatina en el deporte y su relación con el rendimiento deportivo. *Rev. Int.med. Cienc. Act. Fis. Dep.* 2003. Dec. 3(11). 242-259.
22. Gorostiaga E. Creatina: bases fisiológicas, efectos y aplicación al entrenamiento deportivo. 2007.
23. Greenhaff PL. The nutritional biochemistry of creatine. *Nutr. Bioch.* 1997. 8:610-618
24. Gualano B, Acuesta FM, Ugrinowitsch C, Tricol V, Cerca J, Lancha AH. Efeitos da Suplementação de Creatina sobre força e hipertrofia muscular: atualizações. *Rev. Bras. Med. Esporte* 2010. May/Jun. Vol. 16 (3): 219-223.
25. Hammett ST, Wall MB, Edwards TC, Smith AT. Dietary supplementation of creatine monohydrate reduces the human fMRI BOLD signal. *Neur. Lett.* 2010. 479:201-205.
26. Hintz HF. Creatine. *Nutr. Sci.* 2000. Vol 21. n°3
27. Ho J-Y, et all. L-Carnitine L-tartrate supplementation favorably affects biochemical markers of recovery from phsical exertion in middle-aged men and woman. *Met. Clin. & Exp.* 2010.

- 59:1190-1199.
28. Jówko E, et all. Creatine and b-Hydroxy-b-Methylbutyrate (HMB)Additively Increase Lean Body Mass and Muscle Strength During a Weight-Training Program. *Nut.* 2001. 17:558-566.
  29. Kerksick CM, et all. Impact of differing protein sources and a creatine containing nutritional formula after 12 weeks of resistance training. *Nutr.* 2007. 23:647-656.
  30. Lambert CP, Archer RL, Carrithers JA, Fink WJ, Evans WJ, Trappe TA. Influence of creatine monohydrate ingestion on muscle metabolites and intense exercise capacity in individuals with multiple sclerosis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2003. Aug. Vol 84: 1206-1210.
  31. Machado M, Antunes WD, Tamy ALM, Azevedo PG, Barreto JG, Hackney AC. Efect of a single dose of caffeine supplementation and intermittent-interval exercise on muscle damage markers in soccer players. *J. Exerc Sct. Fit.* 2009. Vol 7(2): 91-97.
  32. Manno R. (1999): *El entrenamiento de la fuerza: bases teóricas y prácticas*. Ed. Inde publicaciones
  33. Mazzini L, et all. Effects of creatine supplementation on exercise performance and muscular strength in amyotrophic lateral sclerosis: preliminary results. *J. of the Neur. Sci.* 2001. 191: 139-144.
  34. McMorris T, et all. Creatine supplementation, sleep deprivation, cortisol, melatonin and behavior. *Phys. & Beh.* 2007. 90:21-28
  35. Moret S, Prevarin A, Tubaro F. Levels of creatine, organic contaminants and heavy metals in creatine dietary supplements. *Food Chem.* 2011. 126. 1232-1238.
  36. Murphy AJ, Watsford ML, Coutts AJ, Richards DAB. Effects of creatine supplementation on aerobic power and cardiovascular structure and function. *J. Sci Med. Sport.* 2005. 8 (3).305-313.
  37. Navrátil T, et all. Contribution to explanation of the effect of supplemented creatine in human metabolism. *Food Chem.* 2009. 112:500-506.
  38. Pérez-Guisado J. Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consumo proteico. *Apu. Med. De l'spr.* 2008. 159:142-152
  39. Pessoa de Souza Júnior T, Dubas JP, Pereira B, de Oliveira PR. Supplementacao de creatina e treinamento de força: alterações na resultante de força máxima dinâmica e variáveis antropométricas em universitários submetidos a oito semanas de treinamento de força

- (hipertrofia). *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2007. Sept/Oct. Vol 13 (5): 303-309.
40. Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nut.* 2004. Vol 20 (7/8):689-695.
41. Pritchard NR, Kalra PA. Renal dysfunction accompanying oral creatine supplements. *Lancet.* 1998 Apr 25;351(9111):1252-3.
42. Rawson ES, Lieberman HR, Walsh TA, Zuber SM, Harhart JM, Matthews TC. Creatine supplementation does not improve cognitive function in young adults. *Phys. & Beh.* 2008. 95:130-134
43. Rawson ES, Stec MJ, Frederickson SJ, Miles MP. Low-dose creatine supplementation enhances fatigue resistance in the absence of weight gain. *Nutr.* 2011. 27:451-455
44. Rebello R, Pires I, Oliveira A, Tirapegui J. Effects of creatine supplementation on the performance and body composition of competitive swimmers. *J. of Nutr. Bioch.* 2004. 15: 473-478.
45. Roy BD, de Beer J, Harvey D, Tarnopolsky MA. Creatine monohydrate supplementation does not improve functional recovery after total knee arthroplasty. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2005. Jul. Vol. 86:1293-1298.
46. Saks VA, Ventura-Clapier R, Aliev MK. Metabolic control and metabolic capacity: two aspects of creatine kinase functioning in the cells. *Biochim Biophys Acta.* 1996 Jun 13;1274(3):81-8.
47. Santos RVT, Bassit RA, Caperuto EC, Costa Rosa LFBP. The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30 km race. *Life Sci.* 2004. 75: 1917-1924.
48. Schedel JM, Tanaka H, Kiyonaga A, Shindo M, Schutz Y. Acute creatine ingestion in human: consequences on serum creatine and creatine concentrations. *Life Sci.* 1999. 65 (23); 2463-2470.
49. Shao A, Hathcock JN. Risk assessment for creatine monohydrate. *Reg. Toxic. And Pharm.* 2006. 45:242-251.
50. Sheikholeslami Vatani D, Faraji H, Scoori R, Mogharnasi M. The effects of creatine supplementation on performance and hormonal response in amateur swimmers. *Sci. & Sp.* 2011. 26:272-277
51. Stout J, Eckerson J, Noonan D, Moore G, Cullen D. Effects of 8 weeks of creatine

- supplementation on exercise performance and fat-free weight in football players during training. *Nutr. Rese.* 1999. Vol 19 (2): 217-225.
52. Vanhatalo A, Jones AM. Influence of creatine supplementation on the parameters of the “All-out critical power test”. *J. Exerc. Sct. Fit.* 2009. Vol 7(1):9-17.
53. Volek JS, Rawson ES. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. *Nutr.* 2004. 20: 609-614.
54. Watanabe A, Kato N, Kato T. Effects of creatine on mental fatigue and cerebral hemoglobin oxygenation. *Nutr. Rese.* 2002. 42:279-285.
55. Young RE, Young JC. The effect of creatine supplementation on mass and performance of rat skeletal muscle. *Life Sci.* 2007. 81: 710-716.
56. Ziegenfuss TN, et all. Effect of creatine loading on anaerobic performance and skeletal muscle volumen in NCAA división i athletes. *Nutr.* 2002. 18:397-402.
57. Zoller H, Vogel W. Iron supplementation in athletes-first do no harm. *Nutr.* 2004. 20:615- 619.

## **12. Anexo 1**

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL DEPORTE  
GRADO DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

**Propuesta para el Trabajo de Fin de Grado:  
evaluación de las capacidades motrices y de  
parámetros fisiológicos de persona mayores  
antes y después de un programa específico de  
actividad física.**

Tutor Doctor: Ricardo Ros Mar

<b>NOMBRE Y APELLIDOS:</b>	Ariel Hernán Ridella Randazzo
----------------------------	-------------------------------

<b>Curso Académico:</b>	2013-2014
-------------------------	-----------

## ÍNDICE

	Página
Nota aclaratoria .....	3
Introducción.....	4
Hipótesis de partida .....	7
Objetivos .....	7
Metodología .....	8
Garantía de confidencialidad .....	19
Hoja de registro de datos .....	20
Bibliografía .....	21
Webgrafía.....	21

## **NOTA ACLARATORIA**

El siguiente escrito es una propuesta para la realización del Trabajo de Fin de Grado del alumno Ariel Hernán Ridella Randazzo de cuarto curso del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte con las personas mayores voluntarias para el curso académico 2013-2014.

## INTRODUCCIÓN

El profesional de la actividad física y del deporte puede orientar su labor profesional teniendo en cuenta el gran abanico de posibilidades que dispone: puede orientar su formación al alto rendimiento siguiendo una formación especializada en la materia, o bien a la salud y al mantenimiento de cualquier colectivo independientemente del sexo, edad, condiciones físicas o mentales e incluso a la investigación o a la docencia, entre otras.

Utilizando un poco de sentido común y siguiendo un razonamiento bastante simple a través de la observación a simple vista nos damos cuenta de que, independientemente el ámbito al cual el profesional quiera orientar su futuro, siempre juega un papel muy importante un colectivo de personas a quienes se dirige, apoyando esta simple idea con ejemplos vemos que en el mundo del alto rendimiento se trabaja con algunos pocos seleccionados ya sea por sus cualidades antropométricas, talentos físicos o siguiendo cualquier otro tipo de selección, incluso a veces el sistema de selección es piramidal lo que supone que naturalmente se van descartando practicantes en base al aumento del nivel de exigencia de la práctica deportiva. Otro ejemplo, en el caso de que el profesional quiera dedicar su actividad hacia el ámbito de la salud, nos encontramos con muchos subapartados concretos de trabajo como pueden ser la rehabilitación funcional, especialización en diferentes poblaciones (embarazadas, bebés, niños, hombres, mujeres, discapacitados físicos o psíquicos, ancianos, etcétera), y así sucesivamente con cada ámbito que nos propongamos, pero el objetivo de este escrito no es analizar cada uno de ellos.

Teniendo en cuenta la conclusión citada anteriormente de que el profesional de la actividad física y del deporte desarrolla su actividad en conjunto con personas y nuestra experiencia personal en la asignatura de Psicología de la Actividad Física y del Deporte concretamente en el apartado dedicado a las personas mayores, nos proponemos analizar a las personas con el fin de poner a disposición nuestros conocimientos a un grupo concreto y poder incidir en las necesidades que más le interesan satisfacer. Dicho esto hemos revisado algunos medios de comunicación, concretamente periódicos de la comunidad autónoma de Aragón y nos ha llamado la atención un dato muy impactante: el Periódico de Aragón nos informa en una publicación del año 2005 que la población española será la más anciana de toda la Unión Europea en el año 2050 basados en datos proporcionados por la Oficina Comunitaria de Estadísticas (Eurostat).

Nosotros hemos acudido a las bases del Instituto Nacional de Estadística para corroborar los datos y nos ha llamado la atención lo siguiente: la población en España de personas mayores de 65 años en el año 2013 ha sido de 8.294.848 personas y según la predicción realizada por la misma entidad para el año 2050 se estima un total de 15.151.853 personas, lo cual supone un aumento de casi el doble en menos de 40 años. En Aragón se encuentran un total de 1.334.588 personas de todas las edades y ambos性, de esa cifra 224.045 personas viven en la provincia Huesca, dentro de ese colectivo encontramos que 48.556 personas de más de 65 años de edad. Otro dato interesante que hemos encontrado en las mismas bases es que la causa de defunción principal está ligada a problemas de nivel circulatorio habiendo sido los responsables del 31,2% de las defunciones en el año 2011 en Aragón.

## **La salud del anciano**

Según Martínez Vizcaíno y Lozano Muñoz (1998) resulta complicado definir el estado de salud del anciano ya que el envejecimiento conlleva asociadas diversas patologías y situaciones de riesgo. Debemos tener en cuenta además de la mortalidad o la incidencia de enfermedad las alteraciones funcionales físicas, sociales, incapacidades, calidad de vida.

Las habilidades de los individuos para desarrollar actividades y papeles que son parte de la vida independiente y productiva influyen notablemente en la calidad de vida, tan importante para la salud y bienestar de las personas mayores. Al ser una mezcla de factores psicopatológicos, comportamentales, cognitivos y sociales se clasifica a la capacidad funcional como una variable multifactorial con una considerable interacción entre sus elementos.

Hay acuerdo en que lo esencial para una valoración global incluye tres áreas: actividades de la vida diaria, salud mental y salud física, además del soporte social y los recursos económicos.

## **Concepto de calidad de vida**

Siguiendo las líneas de los mismos autores no existe consenso respecto al significado de calidad de vida pero parece obvio que, en cualquier caso, se trata de un término más amplio que el bienestar físico y social; en realidad se trata de un macroconcepto que integra diferentes vertientes entre las que cabe incluir la satisfacción, el bienestar subjetivo, la felicidad, el estado de salud tanto físico como psíquico y social. En general todas las definiciones de calidad de vida tienen dos elementos comunes: utilizan un enfoque multidimensional y hacen hincapié en la valoración que el individuo hace de su propia vida.

## **Medición de la calidad de vida en los ancianos**

A parte de la dificultad para establecer un claro contenido en la definición de calidad de vida en el anciano existen también dificultades específicas para medir la calidad de vida:

1- La frecuencia del deterioro cognitivo es notable, cuestión que debemos tener en cuenta a la hora de planificar cuestionarios o entrevistas. Por otra parte deberíamos aplicar métodos que fomenten la implicación social ya que este es un colectivo que padece un mayor grado de aislamiento

2- Los ancianos no constituyen un grupo poblacional homogéneo, sino que presentan grandes diferencias entre ellos a nivel de edad, de estudios, socioeconómicos, etc.

3- Es necesario tener en cuenta que nosotros nos centraremos en un grupo de personas mayores no institucionalizadas y por lo tanto debemos aplicar los cuestionarios o entrevistas y test que les sean adecuados a su condición.

4- Debemos valorar la capacidad de los ancianos mediante comunicación con las personas responsables de las instituciones de responder a una entrevista.

## **Importancia de la aptitud física en edades avanzadas**

Muchos de nosotros estamos de acuerdo que una buena calidad de vida depende en gran parte de las cosas que queremos hacer y podemos hacer, sin dolores, durante el mayor tiempo posible. Mientras los avances médicos en cuanto a tecnología se refiere contribuyen a una esperanza de vida más elevada, las nuevas tecnologías y la automatización de tareas corrientes fomentan el sedentarismo y con ello incrementa el riesgo de enfermedades crónicas y problemas de movilidad. Actividades cotidianas como caminar, realizar pequeñas tareas que puedan estar a disponibilidad de las personas institucionalizadas como por ejemplo, hacer la cama, vestirse, ducharse, peinarse, etc favorecen el buen funcionamiento del sistema cardiovascular y esto probablemente sea un factor que reduzca el 31,2% de defunciones que hemos nombrado al principio de este escrito por causas circulatorias.

## **Beneficios de la actividad física en personas mayores**

Siguiendo la obra de Pont Geis, P. et al (2011) la actividad física en personas mayores goza de los siguiente beneficios:

- 1-Aumenta la condición física en diferentes dimensiones, como los son la capacidad muscular, la resistencia aeróbica, el equilibrio, la movilidad de las articulaciones, la flexibilidad, la agilidad, la velocidad de paso y la coordinación física en general.
- 2- Tiene efectos favorables sobre el metabolismo, la regulación de la presión sanguínea y la prevención de la obesidad.
- 3- Disminuye el riesgo de padecer enfermedades de tipo cardiovascular, osteoporosis, diabetes e incluso algunos tipos de cáncer.
- 4- Contribuye a reducir la depresión, la ansiedad, a mejorar el humor y la habilidad para desarrollar las actividades de la vida diaria.
- 5- Ayuda a conservar las funciones cognitivas, como la atención y la memoria.
- 6- Favorece el establecimiento de relaciones interpersonales y , por tanto, contribuye de forma definitiva al fortalecimiento de las redes sociales.

## **Cuestiones a valorar**

En nuestro caso nos queremos centrar en medir la capacidad para realizar actividades de la vida diaria, para ello utilizaremos como herramienta el *cuestionario de valoración funcional multidimensional para medir la calidad e vida en ancianos no institucionalizados* extraído y adaptado de Martínez Vizcaíno y Lozano Muñoz (1998). Seguidamente nos proponemos valorar los niveles de presión sistólica y diastólica para comprobar si nuestro programa de actividad física tiene beneficios sobre esta variable. Por otra parte con el propósito de valorar las habilidades motrices de las personas mayores utilizaremos los test extraídos del *Senior Fitness Test Manual*.

## HIPÓTESIS DE PARTIDA

Atendiendo a nuestros conocimientos la actividad física en personas mayores tiene múltiples beneficios, como se puede ver nosotros nos centramos en las actividades de la vida diaria; en parámetros fisiológicos concretamente en la PAS, PAD y PPM y en las habilidades motrices relacionadas con la marcha.

Para ello proponemos los siguientes apartados que serán objeto de nuestra discusión final después de aplicar nuestro programa específico de actividad física:

1- Creemos que las personas mayores tendrán una percepción subjetiva más favorable en cuanto a conceptos de calidad de vida relacionados con las actividades de la vida diaria se refiere.

2- En cuanto a los parámetros fisiológicos que planteamos creemos que se mantendrán estables siempre y cuando no se interpongan patologías o infortunios durante la realización del programa de actividad física.

3- También pensamos que las capacidades motrices que plantearemos pueden tener una ligera mejora gracias a nuestro programa de actividad física.

Si nuestra hipótesis es cierta la persona mayor dispondrá de mayor autonomía y confianza para realizar aquellas actividades que se encuentren a su alcance dentro del contexto en que se hallan.

## OBJETIVOS

Como sabemos que las cualidades adquiridas en nuestra etapa evolutiva a adulta se degeneran con el paso del tiempo haciendo que, cuando alcanzamos la edad adulta, dependamos para algunas tareas de terceras personas nosotros queremos proponer un programa de actividad física basado en las capacidades motrices de las personas mayores obtenidas con los instrumentos de medición nombrados anteriormente con el propósito de poder retrasar la pérdida de las habilidades que posean en el momento de dicha medición. Más concretamente nuestros objetivos son:

1- Realizar un cuestionario que nos proporcione información sobre las actividades de la vida diaria.

2- Medir las capacidades físicas de las personas mayores utilizando los test extraídos del *Senior Fitness Test Manual*.

3- Medir la presión arterial sistólica, diastólica y las pulsaciones por minuto en reposo con un esfigmomanómetro digital al principio del programa de entrenamiento y al final para comprobar posibles mejoras.

4- Analizar los resultados obtenidos antes de después de un programa de actividad física específico y comparar resultados.

## METODOLOGÍA

Como hemos comentado anteriormente nuestros principales propósitos son poder realizar las mediciones deseadas para llevar a cabo nuestra investigación, por lo tanto los métodos de recogida de información serán los siguientes:

**1- Presión arterial:** la medición se realizará con un esfigmomanómetro digital de brazo Acofar, se ha previsto realizarla en el salón de la residencia Nuestra Señora de la Merced con un tiempo estimado de 1' por persona. El material necesario son dos sillas.

### Condiciones tanto de la persona como de la medición:

- Evitar ejercicio físico previo.
- Reposo 5 minutos antes de la medición.
- Posición adecuada para evitar tensiones musculares isométricas.
- Evitar realizar la medición en situaciones de desconfort: vejiga llena
- Ambiente tranquilo y confortable.
- Reducir la ansiedad o inquietud.
- Minimizar la actividad mental: no hablar ni preguntar.
- Evitar el consumo de estimulantes en los 15 minutos previos a la medición.
- Ajustar la banda al brazo seleccionado sin holgura.
- Evitar tener prendas que compriman la zona del brazo.
- Hacer coincidir el centro de la cámara con la arteria braquial.
- Una vez hecha la medición y la lectura apuntar los datos en la hoja correspondiente.

**2- Cuestionario de valoración funcional multidimensional para medir la calidad e vida en ancianos no institucionalizados atendiendo a las actividades de la vida diaria.**

A continuación le haré algunas preguntas sobre actividades cotidianas, cosas que todos necesitamos hacer como parte de nuestra vida diaria. Me gustaría saber si usted puede realizarlas sin ninguna ayuda, con alguna ayuda o si no puede hacerlas en el momento actual.

**1- ¿Puede usar el teléfono?**

- 1- Completamente incapaz de usar el teléfono
- 2- Con ayuda de una persona puede usar el teléfono.
- 3- Puede hacerlo sin ayuda
- 4- NS/NC

**2-¿Puede desplazarse o viajar?**

- 1- Incapaz de viajar si no utiliza un vehículo especial adaptado
- 2- Con alguna ayuda, necesita alguien que vaya con usted
- 3- Sin ayuda
- 4- NS/NC

**3- ¿Puede ir a comprar alimentos y ropa?**

- 1- Es incapaz de ir a comprar
- 2- Con alguna ayuda
- 3- Sin ayuda cargando la compra por si mismo/a
- 4- NS/NC

**4- ¿Puede preparar sus propias comidas?**

- 1- Es incapaz de preparar una comida
- 2- Con alguna ayuda puede preparar la comida completa
- 3- Puede hacerlo son ayuda
- 4- NS/NC

**5- ¿Puede realizar las tareas del hogar?**

- 1- Es incapaz de realizar las tareas del hogar
- 2- Con alguna ayuda puede completar las tareas del hogar
- 3- Puede hacerlo sin ayuda
- 4- NS/NC

**6- ¿Puede tomar sus propios medicamentos?**

- 1- Es incapaz de preparar su medicación
- 2- Puede hacerlo con alguna ayuda
- 3- Puede hacerlo sin ayuda
- 4- NS/NC

**7- ¿Puede manejar su propio dinero?**

- 1- Incapaz de manejar su propio dinero
- 2- Puede hacerlo con alguna ayuda
- 3- Puede hacerlo sin ayuda
- 4- NS/NC

**8- ¿Puede vestirse y desvestirse?**

- 1- Es incapaz de hacerlo solo/a
- 2- Puede hacerlo con alguna ayuda
- 3- Puede hacerlo sin ayuda
- 4- NS/NC

### 3- Valoración de capacidades motrices:

En este apartado queremos recoger datos sobre las capacidades motrices que influyen de manera más significativa en la marcha, por ello hemos seleccionado algunos test para medir las siguientes cuestiones: flexibilidad inferior, equilibrio estático, agilidad y equilibrio dinámico, fuerza inferior

**-Flexibilidad:** La importancia de la flexibilidad en la persona mayor aumenta con el paso de los años. Una pérdida de esta capacidad conlleva que otras capacidades básicas se venan afectadas, como por ejemplo, una buena movilidad, dificultades a la hora de caminar o de realizar otras actividades de la vida diaria. Mantener unos buenos niveles de flexibilidad sobre todo en la articulación coxofemoral es de gran importancia porque previene los dolores y molestias en la zona baja de la columna, nos permite una buena postura, caminar sin anomalías e incluso nos reduce el riesgo de caída. Para valorar esta capacidad proponemos el “Chair sit-and-reach test”.

**Descripción:** La persona mayor se coloca en una silla sentada, extiende una de sus extremidades inferiores con el pie a 90 grados respecto a la pierna y los dedos apuntando hacia arriba, las manos ambas con las palmas hacia abajo una encima de la otra, se le coloca una cinta métrica con el 0 en la rodilla y se le pide que intente llegar lo más lejos posible por encima de la cinta. Se anota el resultado en la hoja correspondiente.



Fig. 1 Test de flexibilidad

**-Equilibrio estático:** Siguiendo la línea anterior orientamos las valoraciones a las capacidades que nos permitirán mantener una buena postura o con ello disminuir el riesgo intrínseco de caídas, concretamente los relacionados con las capacidades de las personas. Atendiendo a esta capacidad podemos disminuir el riesgo de caído o en el peor de los casos evitar una gran gravedad de sus consecuencias según el doctor Sgaravatti. Para ello utilizaremos el test de equilibrio estático.

**Descripción:** La persona mayor se coloca de pie con ambas manos en la cadera y cerca de una pared, a la señal del evaluador levanta un pie del suelo quedando sólamente con un apoyo, el evaluador debe contar en un tiempo de 30" cuántas veces la persona mayor apoya los dos pies en el suelo o se ayuda de la pared para mantener el equilibrio.



Fig. 2 Test de equilibrio estático

**-Agilidad y equilibrio dinámico:** Combinar la agilidad, entendiéndola como un conjunto entre velocidad y coordinación) y el equilibrio dinámico, entendido como el mantenimiento de una postura óptima y estable durante el movimiento, es de gran importancia para un elevado número de actividades de la vida diaria y también para poder disfrutar de la participación en actividades lúdicas. Como se indica en el *Senior Fitness Test Manual* estudios avalan que estas dos variables pueden medirse conjuntamente en la velocidad de la marcha, motivo por el cual proponemos este test.

**Descripción:** Se coloca una silla y un cono a 2,45 metros de distancia, la persona mayor debe comenzar sentada en la silla, a la orden del evaluador debe levantarse, caminar hasta el cono, rodearlo, volver y sentarse en la silla en el menos tiempo posible.



Fig. 3 Test de agilidad

**-Fuerza inferior:** la fuerza de las extremidades inferiores es un aspecto muy importante a tener en cuenta ya que obteniendo unos niveles óptimos de esta capacidad se pueden reducir considerablemente los riesgos de caídas.

**-Descripción:** la persona se sienta en una silla firme y estable con las manos cruzadas sobre el pecho, a la señal del alumno debe levantarse y sentarse tantas veces como le sea posible en un plazo de 30" y se anotan en la hoja de registro.



Fig. 4 Test de fuerza inferior

Es de nuestra consideración saber que no se pretende situar a las personas mayores en grupos según sus niveles de flexibilidad, equilibrio estático y agilidad, etc, sino que con los valores que podamos conseguir crear nuestro programa de actividad física, realizar nuestras mediciones nuevamente al finalizar el mismo y concretar las mejoras teniendo como referencia los resultados iniciales de cada persona, los cuales son individuales.

**-Velocidad de marcha:** la velocidad en la marcha es un parámetro asociado a la aplicación de la fuerza por lo tanto proponemos su evaluación en 30 metros.

**-Descripción:** la prueba comienza con el participante de pie en la línea de salida, a la señal debe recorrer la distancia de 30 metros en el menor tiempo posible y sin correr, la puntuación es el tiempo que necesita.



Fig. 5 Test de velocidad de marcha

## **Fecha prevista de mediciones**

Para establecer una fecha de mediciones necesitamos saber a partir de cuándo podremos contar con la ayuda de las persona mayores, una vez hecho esto estimamos que con ayuda de dos alumnos necesitaremos de una mañana entera. Las mediciones tendrán lugar en el pabellón Río Isuela de la Universidad de Zaragoza contando con todos los materiales necesarios.

## **Programa de actividad física**

Como hemos podido observar anteriormente la valoración del las capacidades motrices se centra en la flexibilidad, el equilibrio, la agilidad y fuerza, cuestiones que nos ayudarán a prevenir caídas y a llevar un estilo de vida más activo con mayor libertad de movimiento, desplazamiento y autonomía.

Siguiendo la *Guía de actividad física para el envejecimiento activo de las personas mayores* debemos tener en cuenta algunas recomendaciones antes de empezar.

Para la mejora de la flexibilidad estiraremos en posiciones naturales de las articulaciones con preferencia en los movimientos globales; intentaremos realizarlo de dos a tres veces por semana; los estiramientos se realizarán con movimientos lentos, seguidos de un estiramiento estático de 15 segundos estableciendo 3 repeticiones; en caso de que alguna persona nos informe de inflamaciones agudas, tendinosas o musculares o bien lesiones ligamentosas en fase aguda no aplicaremos ejercicios de estiramiento en ese articulación. En necesario destacar que la capacidad de fuerza se trabajará indirectamente a través de las diferentes actividades que se realicen y también de forma directa.

Es de nuestra importancia destacar que dicho programa tiene una duración aproximada de entre 4 y 8 semanas adaptándose a los horarios del alumno y de las personas mayores por lo que proponemos lunes miércoles y viernes por la mañana, teniendo en cuenta que los días miércoles 26 de febrero, 12 y 19 de marzo el alumno debe realizar prácticas de la asignatura Deportes en la Naturaleza cuya duración es de 08:00 hasta 18:00, con lo cual las prácticas estos días pueden realizarse a partir de las 18:30-19:00 a falta de confirmar hora de llegada del alumno o bien se pueden recuperar al final del programa.

## **Movilidad**

Al comienzo de todas las sesiones se incluirá un trabajo de movilidad activa como medio de activación del organismo previo a la realización de la parte principal de la sesión siguiendo las capacidades de movimiento de cada articulación. Los ejercicios losharemos siguiendo un orden ascendente de la manera que se detalla a continuación:

**-Caminata a baja intensidad:** un pequeño paseo por los espacios de la residencia a baja intensidad colaboran a la movilidad de las articulaciones del tren inferior y el riesgo de lesión en una actividad de este tipo es prácticamente inexistente.

**-Movilidad del tobillo:** la persona mayor se sienta en una silla estable, con las piernas estiradas, realiza flexiones y extensiones de pie, abducciones y aducciones y circunducciones en ambos sentidos. Se repite con ambos tobillos.

**-Movilidad de la rodilla:** la persona mayor se sienta en una silla estable y realiza flexiones y extensiones de la rodilla. Se repite con ambas rodillas.

**-Movilidad de la cadera:** la persona de pie ayudándose a mantener el equilibrio manteniendo un apoyo manual en la pared, eleva el muslo hasta situarlo paralelo al suelo. Se repite con ambos muslos.

**-Movilidad de columna vertebral:** con ayuda de las manos buscando un apoyo y con una amplia base de apoyo la persona realizará pequeñas lateralizaciones de columna hacia ambos lados, pequeñas flexiones y extensiones y finalmente circunducciones hacia ambos lados.

**-Movilidad del hombro:** la persona de pie realizará balanceos en el plano sagital estimulando la flexión y extensión de la articulación, pequeñas elevaciones laterales sin sobrepasar la altura de los hombros con el brazo y para finalizar pequeñas circunducciones.

**-Movilidad del codo y la muñeca:** se realizarán de pis flexo-extensiones del codo y flexo-extensiones y circunducciones de la muñeca.

**-Movilidad del cuello:** la persona mayor de pie realizará un breve movimiento de rotación del cuello manteniendo la mirada en un punto fijo situado al frente para evitar mareos, simulando una negación.

## Resistencia aeróbica

Se proponen actividades de danza y baile de muy baja intensidad y de ritmos muy conocidos por los mayores, como puede ser el paso doble, vals, etc. es decir, música alegre y dinámica que les resulte familiar y alegre, las recuperaciones tendrán lugar mientras se cambia de canción, si la pieza les es familiar se les invitará a tararearla y así mantener una respiración fluida.

Es importante destacar que la intensidad será marcada por cada persona y siempre esta presente y se respetarán las decisiones de las personas en cuanto a fatiga, esto significa que si proponemos una caminata durante 10 minutos y alguna persona al minuto número 8 desea detener la actividad será invitada a tomar el descanso que bajo su criterio sea necesario sin obligar a nadie a realizar ninguna actividad o si se realiza al aire libre la actividad cesará para todos con el fin de funcionar como un grupo.

**-Caminata:** para realizar pequeños paseos a modo de activación del sistema circulatorio y a modo de trabajo de resistencia aeróbica utilizaremos tanto los espacios de interior como de exterior siempre y cuando el buen tiempo lo permita, la actividad de caminata se realizará durante 10-15 minutos y puede comportar formas lúdicas tales como:

**-Ejercicios con la pica:** colocados en fila india simulamos que la pica en un remo y nos desplazamos remando por el espacio concretado.

**-Vals:** Se realizará una sesión de bailes por parejas de baja intensidad y dificultad en la cual será el alumno quien se encargue del material necesario (equipo de audio, música).

**-Caminata y movilidad superior:** aprovecharemos la marcha para realizar movilidad de extremidades superiores como se describe en el apartado anterior.

**-Paseos al aire libre:** pueden realizarse paseos de carácter urbano por la ciudad de Huesca.

**-Actividades de orientación:** utilizando los mapas de orientación del parque Miguel Servet pueden realizarse actividades sencillas de orientación que implican en metabolismo aeróbico.

**-Aquafitness:** aprovechando que el alumno posee el nivel 1 de monitor de aquafitness y de socorrista acuático podrían realizarse actividades en el medio acuático previa gestión correspondiente.

**-Bicicleta estática:** el alumno preparará clases de spinning de intensidad moderada-baja si el número de participantes corresponde al de bicicletas estáticas disponibles.

## Equilibrio

**-Mantener el equilibrio de una botella:** utilizando como material una botella de agua de medio litro vacía o un relevo de atletismo o rollos de cartón de papel de cocina o similares, la persona mayor deberá mantenerlo en equilibrio en la palma de su mano mientras permanece de pie e incluso mientras realiza algunos breves desplazamientos, la actividad se repite con ambas manos y para evitar que tengan que agacharse cada vez que se caiga el material este estará unido a la mano de la persona mediando un hijo de algodón de 50 cm aproximadamente de longitud.

**-Caminar sobre las líneas:** utilizaremos las líneas que nos proporcione el espacio en el que se lleve a cabo la actividad ese día para realizar desplazamiento sobre las mismas atendiendo a los cambios de dirección que no serán bruscos y al equilibrio necesario para no alejarse de las mismas líneas, en caso de que el suelo no tenga líneas el alumno las dibujará con tiza, siempre serán rectas y estarán separadas entre sí.

**-Elevaciones de rodilla:** cerca de la pared a modo de seguridad, en supeditación, se levantan alternativamente las rodillas hasta alcanzar un ángulo de 90 grados en la articulación coxofemoral. Se realizan 3 series de 3 elevaciones con cada pierna.

**-Pasos laterales de cara a la pared:** se colocan las personas mayores en bipedestación frente a la pared y realizan 10 pasos laterales hacia cada lado, 2 veces.

**-Ejercicios con una pelota de goma espuma:** con una pelota de goma espuma por persona y en posición de bipedestación hacemos lanzamientos de pelota hacia arriba con ambas manos y la recogemos también con ambas manos, lanzamientos de pelota con una mano y recogida con las dos, pasamos la pelota por debajo de una pierna y luego por debajo de la otra, rodamientos de pelota por los diferentes muebles y paredes de la residencia, colocados por parejas uno en frente de otro nos pasamos la pelota a través de lanzamientos controlados.

**-Caminar sobre una cuerda:** se coloca en el suelo una cuerda fina y larga y se indica a los participantes que caminen sobre la misma. Se realizan series con pequeños descansos para no inducir niveles altos de fatiga.

## **Agilidad**

**-La guía de teléfono:** utilizando como material una guía telefónica o un similar (step) que pueda colocarse en el suelo, pisarse y que no resbale se colocan las personas por parejas y de a uno ponen un pie sobre la, luego el otro y se baja 5 veces con cada pie; empuja la guía con un pie para hacerla avanzar, 5 veces con cada pie; se coloca frente a la guía, pasa un pie al otro lado de la guía y después el otro, se da la vuelta y lo repite un total de 3 veces. Al finalizar cada ejercicio lo realiza la otra persona.

**-¡Qué no caiga!:** los participantes se colocan por tríos y deben mantener en el aire un globo que proporciona el alumno.

**-Sombras:** los participantes se colocan por parejas, uno delante y otro detrás, el de delante debe desplazarse libremente por el espacio y el de atrás debe imitar sus movimientos.

**-Círculo de agilidad:** el alumno diseñará un circuito de agilidad de tren inferior en el pabellón Río Isuela de nivel fácil para evitar infortunios.

## **Fuerza**

Cabe destacar que la evolución de la fuerza no es objeto de estudio pero sí es una capacidad que trabajaremos como contenido de las sesiones, con lo cual se propondrán durante las sesiones algunos ejercicios de fuerza.

**-Sentarse y levantarse de la silla:** una silla firma y estable para cada persona, deben levantarse y sentarse con las manos en cruz en el pecho, por cada movimiento completo (levantarse y sentarse) se ofrece un descanso de 30".

**-Sentado en una silla extensión de rodilla:** una silla firme y estable para cada persona, deben estar sentados y realizar una extensión de rodilla y volver a la posición inicial. Se ejecutarán 3 series de 5 repeticiones con cada pierna y suficiente descanso.

**-Elevación de piernas hacia los lados:** de cara a la pared en posición de bipedestación las personas deben realizar una elevación lateral de muslo y volver a la posición inicial. Se ejecutarán 3 series de 5 repeticiones con cada pierna y suficiente descanso.

**-Puntas de pie frente a pared:** en posición de bipedestación frente a una pared, realizar una extensión de tobillo. Se ejecutarán 3 series de 5 repeticiones con cada pierna y suficiente descanso.

**-Flexión de rodilla:** en posición de bipedestación frente a una pared, realizar una flexión de rodilla hasta alzar los 90 grados y volver a la posición inicial. Se ejecutarán 3 series de 5 repeticiones con cada pierna y suficiente descanso.

**-Abdominales con banda elástica:** sentados en una silla firme y estable se coge una banda elástica con ambas manos con una anchura igual a la de los hombros, se coloca sobre la cara anterior del muslo y se realiza una flexión de tronco. Se ejecutarán 3 series de 5 repeticiones con cada pierna y suficiente descanso.

**-Sala de musculación:** se utilizará la sala de musculación del la Universidad de Zaragoza con tal de trabajar ejercicios de fuerza con pesos libres. Cabe destacar que no se utilizarán grandes pesos.

## Flexibilidad

Como hemos mencionado en la introducción la flexibilidad se orientará a las extremidades inferiores con el propósito de mejorar la calidad de desplazamiento. Este apartado estará incluido en la vuelta a la calma de la sesión y se utilizará como un método para volver al estado de reposo que teníamos previamente a la sesión. En alguna sesión puntual se trabajará la flexibilidad de forma aislada presentada de forma lúdica.

**-Gemelo:** de cara a la pared con unos 40 cm de separación se coloca el antepié sobre la pared y se ejerce una ligera presión. Variante: misma posición, se leva un pie adelante y el pie que queda detrás, con la rodilla extendida se flexiona estirando de esta manera dicho grupo muscular durante 15" cada pierna.

**-Isquiotibiales:** se presentará de forma lúdica, sentados en una silla estable en posición normal, se estira una pierna y rodamos una pelota de goma espuma por el muslo y pierna hasta el máxima de cada persona y aguantamos durante 15".

**-Cuádriceps:** de pie por parejas cerca de una pared que nos proporcione un punto de apoyo y de estabilidad extra. Una persona se coloca de frente a la pared, su compañero con una goma elástica colocada en la parte anterior de la pierna le ayuda a flexionar la rodilla. Se lleva a cabo durante 15" ambas piernas y lo realiza la otra persona.

**-Pectoral:** de forma individual buscando un punto de apoyo en la pared, se estira el brazo y se realiza una abducción del hombro sobre el plano horizontal, 15" cada extremidad.

**-Deltoides:** de pie y de forma individual se estira un brazo y con el otro se ayuda a realizar una aducción en el plano horizontal. 15" con cada extremidad.

**-Espalda y femorales:** con un objeto que tenga la capacidad de rodar (pelota, botella de plástico vacía...) se colocan las personas mayores de cara a la pared separados por la distancia de los brazos, colocan el objeto en la pared a la altura de los hombro y lo hacen rodar por la pared hacia abajo sin flexionar las rodillas.

## **GARANTÍA DE CONFIDENCIALIDAD**

Como se puede ver en la hoja de registro de datos de la página siguiente se solicita el nombre a cada una de las personas, esto se hace por una cuestión de seguridad ya que si se diese el caso de una persona que desde un punto de vista subjetivo por parte del evaluador no posee una buena agilidad puede acarrear situaciones no deseadas a la hora de llevar a cabo las actividades, de esta forma conociendo a cada persona podremos realizar actividades más individualizadas con pequeñas adaptaciones de las actividades que se hayan propuesto, a modo que todos puedan realizar las mismas actividades al mismo tiempo adaptadas a su nivel.

Cabe destacar que los datos obtenidos tendrán un uso puramente académico siendo utilizados solamente para la elaboración del Trabajo de Fin de Grado del curso académico 2013-2014 que será expuesto ante un tribunal en el mes de junio del año 2014.

Para que quede constancia de lo expuesto anteriormente yo, Ariel Hernán Ridella Randazzo, alumno de cuarto curso del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Zaragoza firmo el presente documento en Huesca a 19 de febrero del año 2014.

.....  
Firma

## **Hoja de registro de datos. Intento:**

## **BIBLIOGRAFÍA**

Agencias Agencias (2005, 8 de Abril). La población española será la más anciana de la EU en 2050 y disminuirá. Recuperado el 4 de Febrero de 2014 de [http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/poblacion-espanola-sera-mas-anciana-ue-2050-disminuiria\\_176081.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/sociedad/poblacion-espanola-sera-mas-anciana-ue-2050-disminuiria_176081.html)

Corbetta, P. (2003). Metodología y técnicas de investigación social. Madrid: McGraw Hill.

De Burgos Carmona, M. (2007). Diseño y gestión de un programa de actividad física para personas mayores institucionalizadas: un estudio de caso. Tesis de maestría no publicada. Universidad de Málaga, Málaga.

Europa Press. Zaragoza (2013, 7 de mayo). Más de 13.000 mayores viven en residencias en Aragón. Recuperado el 4 de Febrero de 2014 de [http://www.heraldo.es/noticias/aragon/2013/05/07/mas\\_000\\_mayores\\_viven\\_residencias\\_aragon\\_233254\\_300.html](http://www.heraldo.es/noticias/aragon/2013/05/07/mas_000_mayores_viven_residencias_aragon_233254_300.html)

García Gil, M. Manual de ejercicio físico para personas de avanzada edad. Resuperado el 8 de febrero de 2013 de <http://www.carm.es/ctra/cendoc/haddock/16213.pdf>

Martínez Vizcaíno, V., Lozano Muñoz, A. (1998). Calidad de vida en ancianos. Ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha

Pont Geis, P. et al. (2011). Guía de la actividad física para el envejecimiento activo de las personas mayores.

Rikli E. R., Jones J. C. (2001). Senior Fitness Test. USA: Human Kinetics

Sgaravatti, A. Factores de riesgo y valoración de las caídas en el adulto. Carta Geriátrico Gerontología 2011; pp 9-14

## **WEBGRAFÍA**

<http://www.ine.es/>