



**Universitat de les
Illes Balears**

**Efecto de la suplementación deportiva en la ganancia de masa muscular en un
grupo de mujeres de entre 25-35 años**

ANA M^a CONESA YEBENES

(Diplomada en Enfermería, 2008, Universidad de Murcia)

Memoria del Trabajo Final de Máster

Máster Universitario en Nutrición y Alimentación Humana

de la

UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Junio, 2016

Firmas :

Autor Ana María Conesa Yébenes

30/06/2016

Certificado Priam Villalonga Smith

Tutor del Trabajo

Aceptado Josep Antoni Tur Mari

Director del Máster Universitario en Nutrición Humana y Calidad de los Alimentos

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEPORTIVA EN LA GANANCIA DE MASA MUSCULAR EN UN GRUPO DE MUJERES DE ENTRE 25-35 AÑOS

INDICE

1. ANTECEDENTES	Pág. 1-12
1. A. AYUDAS ERGOGENICAS	
1. B. OBJETIVOS DEL USO DE LAS AYUDAS ERGOGÉNCIAS	
1. C. REPASO HISTÓRICO	
1. D. TIPOS	
A) NO NUTRICIONALES	
1. Mecánicas	
2. Psicológicas	
3. Fisiológicas	
4. Farmacológicas	
a) permitidas	
b) no permitidas	
B) NUTRICIONALES	
1. Suplementos con macronutrientes	
2. Suplementos con micronutrientes	
-Vitaminas	
-Minerales	
1. E. EFECTOS DE LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO	
a) Hidratos de Carbono.	
b) Proteínas y aminoácidos: suplementos de proteína, aminoácidos ramificados, Creatina, L-Carnitina.	
c) Lípidos: Ácidos omega 3, ácido linoleico conjugado.	
d) Vitaminas: Vitamina C.	
e) Minerales: Cromo	
1. F. RIESGOS DEL USO DE SUPLEMENTOS	
2. BIBLIOGRAFIA	Pág. 13-16
3. HIPOTESIS DE TRABAJO	Pág. 16
4. OBJETIVO	Pág. 16
5. MATERIAL Y METODOS	Pág. 16-21
6. PLAN DE TRABAJO Y CALENDARIO DE ACTUACION	Pág. 22-26

1. ANTECEDENTES

La hipertrofia muscular es el nombre científico dado al fenómeno de crecimiento en el tamaño de las células musculares lo cual supone un aumento de tamaño de las fibras musculares y, por tanto, del músculo. Técnicamente es el crecimiento de las células musculares sin que exista una división celular, el músculo sometido a este cambio ofrece por igual una mejor respuesta a la carga. Este fenómeno se suele dar en los músculos de aquellos atletas que practican deportes anaeróbicos en los que repiten sucesivamente un mismo ejercicio, como son por ejemplo: el culturismo, la halterofilia y el fitness. La práctica de deporte regular ofrece beneficios al organismo reduciendo el riesgo de padecer enfermedades crónicas y mejorando la calidad de vida; no obstante, en la actualidad el deporte puede ser practicado por la motivación de alcanzar un “físico perfecto” basando los logros a través del entrenamiento y la alimentación. Los deportistas que entrenan la resistencia y la fuerza a menudo complementan sus dietas con suplementos existentes en el mercado con la intención de promover el desarrollo del tejido magro durante el entrenamiento. La mayoría de estos suplementos contienen distintas combinaciones de carbohidratos, proteínas/aminoácidos, vitaminas, minerales, y/o nutrientes ergogénicos.

Actualmente, el uso de toda clase de sustancias para mejorar el rendimiento deportivo y la forma física se ha extendido a personas que acuden regularmente a gimnasios. Este proyecto se desarrollará sobre una muestra de mujeres de entre 25-35 años que acuden regularmente al gimnasio, se harán dos grupos, ambos seguirán la misma tabla de ejercicios así como la misma dieta, se diferenciarán en que uno de los grupos consumirá suplementos nutricionales y el otro grupo no. Se realizará durante un año y con revisiones periódicas de las participantes.

Con este diseño se pretende examinar los posibles efectos que puedan derivar de suplementar la dieta con preparados comerciales sobre la composición corporal de mujeres jóvenes durante el entrenamiento muscular.

1. A. AYUDAS ERGOGENICAS

El rendimiento físico es multifactorial y depende de aspectos genéticos y ambientales, donde el entrenamiento y los hábitos higiénicos-dietéticos juegan un papel primordial.¹ En cada deporte existen un conjunto de necesidades y de objetivos nutricionales y alimentarios para mejorar el rendimiento deportivo, por tanto existen hábitos alimentarios diferentes según la práctica deportiva que se lleve a cabo.² Los hábitos alimentarios constituyen la herramienta básica sobre la que se puede actuar para alcanzar metas en la práctica deportiva, en este afán por lograr objetivos deportivos, está muy extendido el uso de suplementos y ayudas ergogénicas.

Entendemos como ayudas ergogénicas a aquellas sustancias, nutrientes o métodos que ayuden a mejorar alguna cualidad física.¹ La palabra “ergogenia” proviene del griego: “ergos” significa trabajo y “genan” que es generar, significa la economía en

la utilización, control y eficiencia de energía. Estas ayudas pueden aumentar la capacidad para desempeñar un trabajo físico y mejorar el rendimiento.³

1. B. OBJETIVOS QUE SE BUSCAN CON LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS

De forma general el objetivo que se persigue es un aumento en la capacidad física de la persona con mejora en el potencial para competir en cualquier deporte. Ello se puede conseguir fundamentalmente por tres vías: optimizando la capacidad de producir energía metabólicamente, incrementando la capacidad funcional muscular y mejorando la capacidad competitiva.

La *producción de energía* para el esfuerzo físico proviene del consumo interno de materiales orgánicos capaces de liberarla. Fundamentalmente de las grasas e hidratos de carbono, almacenados o ingeridos por nuestro cuerpo, y en menor medida de las proteínas. Hay otros nutrientes que aunque no generan energía por sí mismos, hacen posible la realización de los procesos metabólicos que la liberan de los compuestos energéticos: son las vitaminas, los minerales y el agua. Tanto unos como otros forman parte de los alimentos naturales que deben tomarse en cantidades adecuadas para que se pueda obtener el máximo rendimiento de los procesos energéticos. También es necesario tomar diariamente una cierta cantidad de fibra para la correcta eliminación de los productos de desecho intestinales. Para intentar mejorar la producción de energía que permita llevar a cabo un trabajo físico óptimo, se pueden utilizar ayudas ergogénicas que mejoren la capacidad de aumentar las reservas energéticas, que activen los sistemas de movilizarlas al máximo y con la mayor celeridad posible y que contribuyan a una pronta y total reposición o regeneración de las mismas tras su consumo.

También podrán utilizarse para *incrementar la capacidad funcional* de la maquinaria muscular para, contando con suficiente energía, generar mayor cantidad de trabajo físico que permita mejores logros deportivos. Una hipertrofia de la masa magra muscular produce un aumento de fuerza que es la cualidad más importante para mejorar en cualquier actividad deportiva. Otro aspecto a conseguir es adquirir mayor potencia aeróbica, así como conseguir una recuperación rápida tras los esfuerzos intensos, evitando o disminuyendo la acumulación de subproductos del metabolismo energético, que contribuyen a la aparición de la fatiga y a una menor funcionalidad muscular y orgánica. Pueden asimismo producir una rebaja en el porcentaje de grasa corporal, eliminando peso innecesario.

Por último, la *capacidad competitiva* es fundamental para obtener buenos resultados y hay formas de estimularla, aunque muchas de ellas están prohibidas⁴

1. C. BREVE REPASO HISTÓRICO

La historia de las ayudas ergogénicas no se limita al siglo en el que vivimos, se tiene constancia que desde la antigüedad se han consumido sustancias para aumentar la capacidad física de la persona.

En la Grecia Clásica poseían estudios empíricos respecto al uso anabólico y androgénico de los testículos a través del estudio del efecto de la castración de los animales domésticos, así se convirtió en una práctica común el ingerir por parte de los atletas testículos de cordero y toro con el fin de adquirir la fuerza que perdía el animal castrado. Los atletas ya eran conscientes de la importancia de la dieta, por lo que diseñaban tablas alimenticias específicas basadas en la ingesta de ciertos tipos de hierbas, setas, plantas alucinógenas, quesos, productos a base de harina de trigos y carnes para mejorar el rendimiento físico y aliviar síntomas relacionados con el sobreesfuerzo.⁵ El consumo de abundante carne era un método muy utilizado para mejorar, se utilizaban distintos tipos de carne para las diferentes modalidades de competición, así por ejemplo para los saltadores se consumía carne de cabra, de toro para los corredores y de cerdo para gladiadores y luchadores.⁶

En otra cultura como es la China, desde tiempos milenarios se utilizaban las plantas con propiedades curativas para aumentar el rendimiento. Ejemplos de ello son el *ginseng* o la *ephedra* que hacía incansables a quienes las tomaban.

Sobre distintos pueblos de la América precolombina también hay información sobre estas prácticas, En ciertos pueblos nativos andinos (en lo que hoy es Bolivia, Ecuador y Perú) ya conocían hace más de 1.000 años el árbol de la coca, masticando una dosis de esta planta se cuenta que podría recorrerse hasta 200 km. (distancia que conocían como la cocada). El empleo del mate se usaba para preparar infusiones de tipo estimulante debido a la cafeína que contenían. Los pueblos del norte de México, como los tarahuana, tomaban peyote para no cansarse y paliar la sensación de hambre y sed; o como los olmecas, que machacaban sapos de la especie *bufo marinus* para obtener una sustancia alucinógena que les permitía no sentir la sensación de cansancio. Los guaraní, de Uruguay, cultivaban guaraná, sustancia estimulante.⁶

En el Oriente medio y África oriental plantaban la *Catha Edulis* que también se utilizaba como estimulante.

En Europa existe poca referencia sobre la existencia y utilización de este tipo de sustancias; no obstante, los Escandinavos ingerían hongos antes de la batalla en busca del aumento de fuerza.⁶

Desde entonces hasta ahora se ha avanzado en esta materia y al comprobarse que los nutrientes son metabolizados para la obtención de energía se hizo evidente que las manipulaciones de la dieta podían tener efectos en el rendimiento físico.

1. D. TIPOS DE AYUDAS ERGOGENICAS

A) NO NUTRICIONALES

1. Mecánicas y biomecánicas: estas ayudas van encaminadas a las características de los materiales utilizados en los distintos deportes: zapatillas deportivas, bañadores de competición, bicicletas...

2. Psicológicas: se basan en técnicas y estrategias de entrenamiento psicológico que ayudan a mejorar el rendimiento y optimizar la energía: hipnosis, control del estrés, control de ansiedad...

3. Fisiológicas: técnicas físicas que potencian el funcionamiento orgánico: entrenamiento en altura, transfusión sanguínea...

4. Farmacológicas:

4. a. Permitidas: Carnitina, Bicarbonato Sódico, Citrato sódico, Lecitina, Fosfatos, Glutathion, Colina, Creatina, Glucosamina, Ginsenosidos, Yohimbina, Piruvato, Antioxidantes, Inosina, Ac. Pangámico, Zarparrilla, γ -Orizanol.

4. b. No Permitidas: Dopaje. Estimulantes psicomotores (cocaína, pemolina, anfetaminas), Analgésicos narcóticos (metadona, heroína), aminas simpático-miméticas (efedrina), Anabolizantes esteroideos (testosterona, estanozolol, mesterolona, nandrolona), Anabolizantes peptídicos (EPO, hormona del crecimiento, insulina, factores de liberación hipotalámicos...), otros (clenbuterol), Beta-Bloqueantes, Diuréticos, Alcohol, Cannabis, anestésicos locales, corticoesteroides.

B) NUTRICIONALES

1. Suplementación con Macronutrientes: (g/día) Bebidas deportivas-energéticas, carbohidratos, suplementos proteicos, aminoácidos, jalea real, miel, gelatina, ácidos grasos omega-3.

2. Suplementación con Micronutrientes: (mg/día o μ g/día) Vitaminas (Complejo B, Antioxidantes [C, E, Carotenoides] y Minerales (Cromo, Boro, Magnesio, hierro, calcio, selenio, zinc).⁷

1. E. EFECTOS DE LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

a) HIDRATOS DE CARBONO

Las necesidades de hidratos de carbono del deportista son, desde un punto de vista cuantitativo, las más importantes en su dieta y, aunque varían dependiendo del tipo de deporte, las características del esfuerzo, el sexo y las condiciones ambientales, se establecen en 6-10 g/kg/día, generalmente más del 60% del consumo calórico.³

El glucógeno se almacena en el citoplasma celular de diversos órganos y tejidos, como el hígado y el músculo en forma de gránulos discretos asociados a las enzimas de su propio metabolismo. Las reservas hepáticas y musculares de glucógeno desempeñan papeles biológicos diferentes. En el hígado, su papel principal es la regulación de la glucemia, por lo que es muy dependiente de la ingestión de carbohidratos, mientras que se ve poco afectado por el ejercicio. En cuanto al glucógeno muscular, se localiza preferentemente en el músculo blanco, más anaerobio y se ve afectado principalmente por el ejercicio, de modo que tras una hora de cierto nivel de actividad física, su agotamiento es prácticamente total. Desde el punto de vista energético, el almacenamiento de glucosa en forma de glucógeno sólo supone una pequeña pérdida de la potencialidad debido a las ventajas funcionales y osmóticas del glucógeno.⁸ El glucógeno es el principal sustrato en los ejercicios de moderada a alta intensidad, incluyendo los ejercicios de resistencia. El consumo recomendado de hidratos de carbono para la recuperación en caso de entrenamientos de 1-3h es de 7-10 g/kg/día.⁹

El cuerpo humano obtiene energía de los alimentos, esa energía para poder ser utilizada se transforma y almacena en un compuesto denominado adenosin trifostato o ATP. A partir del ATP el cuerpo humano obtiene la energía que necesita para los procesos biológicos, entre ellos, la contracción muscular. Al ATP se llega a través de mecanismos anaerobios o aerobios. Las actividades de fuerza-potencia son de muy alta intensidad y duración mínima por lo que su suministro de energía será anaerobio, basado exclusivamente en las reservas musculares de ATP-Fostato de creatina. Al reducir la intensidad y aumentar la duración, se pasa a la glucólisis aeróbica y, a continuación, a la gluconeogénesis por β -degradación oxidativa de los ácidos grasos. Para poder recuperarse, después de un esfuerzo, hay que reponer los niveles basales de ATP, CP y glucosa que se hayan consumido en transformaciones anaerobias, así como los metabolitos, principalmente hidratos de carbono y grasas, metabolizados en forma aerobia, rehacer el balance iónico, etc. En los ejercicios de potencia sostenida, el metabolismo anaerobio de los hidratos de carbono produce acumulación de lactato y en los ejercicios de resistencia aerobia, la fatiga, está muy ligada al agotamiento de las reservas de hidratos de carbono, es decir, del glucógeno muscular, por lo que se puede combatir con diversas medidas dirigidas a adelantar la oxidación de los ácidos grasos o atrasar el agotamiento de glucógeno: entrenamiento, dietas, estimuladores de lipólisis, etc.⁸ El entrenamiento incrementa la capacidad amortiguadora de las proteínas musculares lo que retrasa la aparición de fatiga, y disminuye su intensidad.¹⁰

Los carbohidratos constituyen un principio inmediato con una función primordial de provisión de energía de utilización rápida que permiten mantener el nivel de glucemia y reponer el glucógeno muscular. Por ello, en gran cantidad de actividades deportivas, la utilización de hidratos de carbono es de suma importancia para la preparación y el rendimiento del deportista, de ahí que los suplementos que contienen carbohidratos son muy utilizados por muchas personas que hacen ejercicio físico, buscando la posibilidad de incrementar el rendimiento físico.³

Estudios han demostrado que la ingesta de hidratos de carbono en forma de bebida o geles favorece su ingestión y mejoraran el rendimiento del ejercicio mediante el mantenimiento de los niveles de glucosa en sangre y ahorradores de las reservas de glucógeno.¹¹ Los márgenes que se recomiendan en la composición de estas bebidas son: Energía: < 350 Kcal/l y >80 Kcal/l; al menos el 75% de calorías provendrán de glucosa, sacarosa o maltrodextrinas; Hidratos no más de 90g/l; Sodio: >460mg/l y <1.150 mg/l; Osmolalidad: entre 200-330 mOsm/kg de agua.

El régimen de carbohidratos más eficaz para prevenir la fatiga y mejorar el rendimiento deportivo depende del momento en que se desarrolle el ejercicio y de su intensidad y duración. En términos generales, se recomienda, consumir hidratos de índice glucémico alto, 3-4 horas antes del esfuerzo. Durante el ejercicio, la ingestión de hidratos favorece el mantenimiento de la intensidad del ejercicio durante más tiempo e incrementa la capacidad para ejercer esfuerzos más intensos en las últimas fases del entrenamiento. El momento de administración de los carbohidratos es importante, siendo preferible comenzar al poco del inicio de la actividad cada 15-20 min en lugar de administrar una cantidad elevada a las 2h del esfuerzo. Junto con la rehidratación, la reposición de hidratos es el objetivo más importante de la alimentación después del ejercicio. Se recomienda ingerir hidratos de alto índice glucémico en los primeros 30 minutos después de finalizado el ejercicio, o, en su defecto, durante las primeras dos horas tras ejercicio asegurando así una mejor reposición de glucógeno muscular.³

b) PROTEINAS Y AMINOACIDOS

PROTEINA

Las proteínas proporcionan al organismo los aminoácidos esenciales indispensables para la síntesis tisular y para la formación de hormonas, enzimas, jugos digestivos, anticuerpos y otros constituyentes orgánicos. Además suministran energía pero dado su costo e importancia para el crecimiento, mantenimiento y reparación de tejidos, no es conveniente usar proteínas con fines energéticos.

Los requerimientos de proteínas en los deportistas van a estar aumentados pero no por encima de 2 g/kg de peso corporal/día por lo que el sobrante se transformará en grasa. Los porcentajes de los diferentes principios inmediatos varían según el tipo de deporte realizado.¹²

El deportista de fuerza necesita un mayor aporte proteico para reparar la masa muscular dañada durante el entrenamiento, mientras que el deportista de resistencia necesita cubrir la oxidación de proteínas (aminoácidos de cadena ramificada en el músculo) que se produce en los ejercicios de larga duración. La ingesta proteica recomendada podría resumirse, en: Deportista de fuerza: hasta 2-2,4 g/Kg/día. A partir de 2,4g/Kg/día ya no existe un aumento adicional de síntesis proteica. Además, si se superan los 2 g/Kg/día se produce un incremento de la pérdida renal de calcio. Deportistas de resistencia: 1,2-1,4 g/Kg/día. No se ha demostrado aumento del rendimiento deportivo por encima de 1,4g/Kg/día.¹³

Es destacable que en general se consume una mayor cantidad de proteína que la recomendada, que es de 0,7-0,8g/Kg/día en adultos, pudiendo ser suficiente en algunas prácticas deportivas. Es importante tener presente que el exceso proteico no se manifiesta en una mayor formación de músculo, sino que se traduce en una mayor producción de urea y ácidos no metabolizables, que aumentan las necesidades hídricas y provocan acidosis y causan una movilización del calcio óseo y una disminución de su reabsorción tubular renal.¹³

AMINOACIDOS RAMIFICADOS

Los BCAA son aminoácidos de cadena ramificada, en inglés, Branched Chain Amino-Acids, compuestos por valina, leucina e isoleucina. Estos aminoácidos no pueden ser sintetizados por el organismo, provienen de la dieta, están presentes en carnes, aves, huevo, pescado, leche y queso, proporcionan unos 15-20 g de BCAA por 100 g de proteína. La composición habitual de los complementos de BCAA cuando se comercializan en forma de pastilla es: 100mg de valina, 50mg de isoleucina y 100mg de leucina. Aunque se suelen utilizar dosis mayores de 5 g/día no está muy claro cuál es la dosis mínima efectiva así como la mejor proporción entre los tres aminoácidos.¹⁴

Son utilizados en el mundo deportivo con el fin de promover hipertrofia muscular, aumentar la fuerza, como fuente de energía durante el ejercicio y para disminuir el dolor muscular que genera el ejercicio.¹⁵

Se relacionan con un retraso en la aparición de fatiga explicado a través de la hipótesis de la fatiga central, según esta teoría la ingesta de BCAA aumenta la concentración plasmática, reduciendo el paso de triptófano, con el que compiten a través de la barrera hematoencefálica, disminuyendo la síntesis de serotonina y, como consecuencia, la sensación de fatiga.¹⁴

El beneficio en el aumento de la masa muscular se explica debido a un aumento de la hormona de crecimiento en sangre y que disminuyen el daño muscular debido al ejercicio, promueven una disminución de los niveles plasmáticos de ácido láctico y de las enzimas CK (creatina-quinasa) y LDH (lactato deshidrogenasa).¹⁶

CREATINA

Los aminoácidos pueden sufrir modificaciones estructurales en sus grupos característicos o pérdida de alguno de éstos para transformarse en compuestos que tienen gran importancia metabólica, como la sarcosina o la creatina.⁸

La creatina es un compuesto nitrogenado no proteico que, tras ser sintetizado por diversos órganos, es transportado al músculo esquelético donde se fosforila para producir fosfocreatina. El 60% de la creatina se encuentra en forma de fosfocreatina y el 40% libre.¹⁷

La ingesta diaria de creatina se sitúa en torno a 2 g, el 50% proviene de la síntesis endógena a partir de los aminoácidos arginina, glicina y metionina, y el otro 50% debe ser aportado a través de la dieta (carnes y pescados) pero esta síntesis

endógena se inhibe cuando el consumo de creatina de la dieta es elevado o cuando se aporta como ayuda ergogénica.³

La producción industrial de monohidrato de creatina precisa de la reacción de monocloroacetato sódico y sarcosina (N-metil-glicina), para producir sal sódica de sarcosina, que junto con la cianamida intervienen en la síntesis de monohidrato de creatina.¹⁸ La ingesta recomendada de creatina es de 15-20 g/día durante 5-7 días o 2-3 g/día durante 1 mes.¹⁵

El efecto ergogénico de la creatina se deriva en un aumento de la fuerza muscular y retraso en la aparición de fatiga. Sus efectos beneficiosos para el deporte son:

- Se incrementan sus niveles en el músculo esquelético, proporcionando una mayor disponibilidad del sustrato fosfato para formar ATP, que es usado rápidamente durante la actividad física intensa.
- Función tampón, neutralizando el ácido intracelular producido junto al lactato en fases de ejercicio intenso anaeróbico.
- Facilitador de la hipertrofia muscular.¹³

La suplementación con creatina no está prohibida en España. Así, se sabe que aproximadamente el 50% de los deportistas participantes en Juegos Olímpicos y el 90% de los culturistas y levantadores de pesas la ingieren habitualmente. Entre los deportistas aficionados, la creatina se ha convertido también en un suplemento de consumo muy extendido.¹⁸ Entre los efectos adversos de la creatina está la ganancia de peso por retención hídrica, calambres musculares y desórdenes gastrointestinales cuando se consume a largo plazo.

L-CARNITINA

La carnitina o 3-hidroxi-4-trimetilaminobutirato, o también L-carnitina o levocarnitina es un aminoácido no proteico que se puede sintetizar en mamíferos a partir de los aminoácidos esenciales lisina y metionina en el hígado, riñones o cerebro, o que se obtiene mediante la dieta. Se requiere L-carnitina para la oxidación de ácidos grasos de cadena larga mitocondrial, con la consiguiente obtención de energía. A L-carnitina se le atribuyen propiedades antioxidantes en el estrés oxidativo inducido por el ejercicio y el daño muscular.¹⁹

Es un elemento indispensable para la penetración de ácidos grasos de cadena larga en las mitocondrias de las células donde posteriormente se oxida. Una vez dentro de la mitocondria, la carnitina se transforma en acilcarnitina mediante la acción de la aciltransferasa. Para que los ácidos grasos experimenten la betaoxidación necesitan separarse de la carnitina, en lo que colabora otra aciltransferasa. La carnitina libre deberá abandonar la célula ayudada por la carnitina translocasa. Por tanto, la L-carnitina, además de intervenir en la oxidación de los ácidos grasos, es una importante fuente de energía, protege a la célula de la acumulación de acil-CoA al generar acilcarnitinas y favorece la oxidación de aminoácidos de cadena ramificada.³ Por lo

tanto, el papel de la carnitina en el metabolismo cardíaco y el músculo puede ser resaltada en términos de producción de energía.^{20, 21.}

Respecto a los posibles efectos secundarios relacionados con la ingesta oral de L-carnitina, hasta el momento no existen evidencias que la ingesta de dosis únicas o múltiples de L-carnitina comprendidas entre 2 y 6 gr totales por día pueda causar alteraciones en la salud. De todos modos, en algunos casos se ha mencionado que dosis diarias superiores a los 3 gr podrían causar trastornos gástricos y diarrea.²² En deportistas se recomiendan dosis de 2-3 g/día. La carnitina como ayuda ergogénica ofrece:

- Reducir el daño celular, al atenuar la hipoxia creada durante el ejercicio.
- Minimizar la generación de radicales libres producidos por el estrés mecánico y el aumento de la demanda metabólica.
- Optimiza la acción hormonal, al mantener la integridad de la célula manteniendo la densidad e integridad de los receptores para la acción de la testosterona y la GH (hormona del crecimiento).
- Regeneración de los sustratos e hidratación celular, así como la síntesis y el balance neto de proteínas musculares.^{22, 23.}

c) **LIPIDOS**

Las Grasas, son el principio inmediato que se almacena en el organismo en mayor cantidad, de forma pura, sin hidratar, por lo que ocupa poco espacio. La cantidad de energía que podría aportar las grasas acumuladas, es enorme. La mayor dificultad, es la lentitud en su utilización, y el alto aporte de oxígeno que se necesita para su combustión.

A medida que la intensidad disminuye y el tiempo transcurre las reservas de grasa son el principal sustrato energético, aunque no se deja de utilizar glucógeno. A nivel dietético es fundamental, aparte de determinar la cantidad de grasa a ingerir, la calidad de la misma. No deben aportar más del 28% de la energía total de la dieta, debiendo disminuir el aporte de grasas saturadas al 7-8% aumentando las grasas monoinsaturadas (aceite de oliva virgen extra fundamentalmente) al 15-20% y hasta un 10% para las poliinsaturadas manteniendo una relación =6/=3 de 4:1. Esto se consigue disminuyendo la ingesta de alimentos con grasas saturadas, como la bollería industrial, utilizando aceite de oliva virgen como grasa añadida y consumiendo alimentos ricos en ácidos grasos omega3, como el pescado azul, las nueces el hígado de bacalao, etc.¹³

ACIDOS GRASOS OMEGA 3

Los ácidos grasos omega 3 son ácidos grasos poliinsaturados cuya fuente principal es el pescado azul y aceites derivados de ellos. Estudios demuestran que disminuye la producción de eicosanoides inflamatorios, citoquinas y las especies reactivas del oxígeno. Tiene efectos inmunomoduladores, sirven como precursores de

las prostaglandinas, sustancias similares a las hormonas que reducen la inflamación y mejoran el flujo sanguíneo, por ejemplo, la prostaglandina E3, que se produce a partir de ácidos grasos omega 3, disminuya la inflamación, reduce la sensibilidad al dolor y disminuye el reclutamiento de células blancas de la sangre. En el deporte, se usa por el efecto antiinflamatorio que ayuda a reducir la rigidez y el dolor muscular causado por el ejercicio.^{24,25} Se ha sugerido la ingestión de omega 3 de aproximadamente 1-2 g/d. Estudios demuestran que la ingesta diaria de 3g de ácido graso omega 3 reducen al mínimo el dolor muscular de aparición tardía que resulta del ejercicio de fuerza.²⁶

ACIDO LINOLEICO CONJUGADO

El ácido linoleico es un ácido graso omega 6 que tiene la peculiaridad de poseer dos dobles enlaces conjugados en diferente posición de la molécula. Se encuentra de manera natural en la grasa de la carne y en la leche de ciertos rumiantes que lo sintetizan en el tracto intestinal e hígado. El ácido linoleico conjugado (CLA) da nombre a una mezcla de isómeros del ácido linoleico, compuestos con igual fórmula química pero estructuras moleculares diferentes. El CLA produce un bloque en el transporte de las grasas hacia las células adiposas, al mismo tiempo que favorece la lipólisis. Tiene efecto inhibitor del desarrollo de arterioesclerosis y efecto potenciador del sistema inmune.²⁷ En el mundo del deporte, son reclamados para reducir la degradación del glucógeno muscular, reducir la masa grasa corporal, así como el daño muscular y por su efecto antiinflamatorio.^{28, 29}

Se estima que la cantidad diaria ingerida a través de la dieta de CLA es de 300-400 mg, pero para lograr beneficiarse de los beneficios del CLA el deportista deberá consumir unos 2.5 g/día, aunque parece no estar clara la dosis mínima recomendada, estudios demuestran que con el consumo de 1.6-1.8 g/día en deportistas durante 3 meses se observó reducción de la masa grasa corporal y aumento de la masa magra.³⁰

d) VITAMINAS

Las vitaminas son compuestos orgánicos que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos. No pueden ser sintetizados por el organismo y no son fuentes directas de energía. Sirven para regular los procesos metabólicos, facilitar el metabolismo energético, los procesos neurológicos y prevenir la destrucción celular.

VITAMINA C

El ácido ascórbico o Vitamina C, pertenece al grupo de vitaminas hidrosolubles, es antioxidante y esencial, entre otras funciones, para la formación del colágeno, para la cicatrización y favorece las defensas del organismo. La mejora demostrada que se puede lograr con esta vitamina en el deporte es la adaptación al calor, mejora del rendimiento y disminuir la fatiga. La vitamina C, puede favorecer la tolerancia al esfuerzo durante el ejercicio físico por sus propiedades antioxidantes (el ejercicio físico produce un estrés oxidativo importante) o por acción sobre el sistema inmunológico (actividad

inmunoestimulante).³ Es necesaria para la síntesis de carnitina, que transporta al interior de la mitocondria los ácidos grasos, combustible de la fibra muscular. Por sus acciones sobre el metabolismo del hierro, se ha utilizado la vitamina C para contrarrestar el riesgo de anemia ferropénica, frecuente en la fatiga crónica y el sobreentrenamiento, en especial en mujeres. Es decisiva para una correcta estructuración de las fibras de colágeno y del resto de componentes del tejido conjuntivo. Estaría así indicada en la reparación tisular durante y, especialmente después del esfuerzo. La vitamina C podría jugar un papel importante en el desarrollo de la fuerza con intervención directa en el proceso de la contracción. Y, Un tema poco explorado, y frente al cual podría especularse en relación con una posible acción favorable de la vitamina C, es el de la recuperación lesional, a través de su actividad promotora de la cicatrización y de regeneración del componente conjuntivo.³¹ Teóricamente estas propiedades podrían ayudar a mejorar la resistencia al entrenamiento de alta intensidad y optimizar el rendimiento.¹³

Se recomienda un consumo de 160-200 mg al día, teniendo en cuenta que a partir de 500 mg se aumenta su excreción urinaria y se disminuye su absorción intestinal. Cabe mencionar que a dosis de 1000 mg, dosis comercializada y usualmente utilizada, se produce una saturación completa de la absorción favoreciendo la aparición de diarrea osmótica y se convierte en pro-oxidante. Se encuentra en las frutas y verduras, como kiwi, col, coliflor, fresas, espinacas, tomate, pimiento, naranjas...¹³

Estudios demuestran que no es aconsejable el consumo de Vitamina C en altas dosis, que la vitamina C puede interferir en la señalización inducida por el ejercicio en las células musculares mediante la reducción de la fosforilación de la proteína quinasa pero que la señalización redox es importante para inducir adaptaciones del músculo esquelético al entrenamiento de fuerza. ^{32,33}

e) **MINERALES**

Las recomendaciones de ingestas diarias de minerales para la población en general son extensibles para quienes practican deporte, puede ser necesario suplementos para los deportistas que restringen de forma severa el consumo de energía mediante la eliminación de algún tipo de alimento.

CROMO

El cromo, un oligoelemento esencial y el cofactor de la insulina, aumenta la actividad de la insulina y ha sido objeto de estudios de evaluación de sus efectos en hidratos de carbono, proteínas y metabolismo de los lípidos. Efectos alcanzados con el cromo incluyen: aumento en la masa corporal magra, disminución en el porcentaje de grasa corporal, y un aumento de la tasa metabólica basal.³⁵ También mejora el estado de ánimo y ayuda a controlar el apetito.³⁴ Su absorción intestinal es entre el 0,5-2%. La concentración tisular de cromo disminuye con la edad, excepto en los pulmones. No se considera un elemento con potencial riesgo de déficit dentro de una dieta variada y

equilibrada. Los alimentos que garantizan mejor su biodisponibilidad son el hígado de ternera, algunas variedades de queso, el germen de trigo y la levadura de cerveza.^{3, 36} El picolinato de cromo es un compuesto orgánico de cromo trivalente y ácido picolínico, un derivado de origen natural de triptófano,³⁵ comercializado como suplemento dietético, ha sido promocionado como constructor muscular y como un agente de pérdida de peso, al incrementar el músculo esquelético por su acción sobre la insulina.³⁷ No se han encontrado signos de deficiencia ni de toxicidad con el consumo de 50 a 200 µg/ día. En la Unión Europea, la recomendación diaria es de 40 µg para el etiquetado de alimentos. En la práctica deportiva, se establece para la población con un esfuerzo moderado u ocasional la misma cantidad que en la población general y un aporte extra de 20 µg por cada 1.000 kcal suplementarias con un límite máximo de 120µg/día.³

1. F. RIESGOS DE LOS SUPLEMENTOS.

Una gran cantidad de deportistas, tanto recreacionales como de elite, utilizan suplementos nutricionales con la esperanza de incrementar el rendimiento. Estas ayudas pueden tener un coste económico elevado y ser potencialmente peligrosas para la salud, basándose muchas veces sus supuestos beneficios en un escaso o nulo apoyo científico.

Debido a la falta de regulación de la industria de suplementos nutricionales, existe una enorme cantidad de productos en el mercado que son de valor, contenido y calidad dudosos. Muchos suplementos contienen sustancias prohibidas en el deporte y que se han asociado con morbilidades y mortalidades significativas. A pesar de la gran cantidad de datos disponibles, resulta llamativa la información escasa o errónea por parte de los deportistas y se debe prestar especial atención a las implicaciones de un uso de suplementos no supervisado correctamente. Además de la necesidad de una regulación adecuada, los deportistas deben recibir una correcta educación nutricional y una información sustentada en datos científicos rigurosos.³⁸

Se han demostrado efectos perjudiciales del uso incontrolado de suplementos de aminoácidos y/o proteínas: se puede aumentar la probabilidad de deshidratación, ya que 1 g de urea se excreta conjuntamente con 50 cc de agua, puede aumentar la concentración plasmática de amoniaco debido al catabolismo de estas sustancias con el consecuente peligro de fatiga muscular, y por el mismo motivo puede producirse sobrecarga y toxicidad renal, así como aumentar las posibilidades de una crisis aguda de gota debido al incremento plasmático de ácido úrico.¹³

Entre los efectos adversos de la creatina está la ganancia de peso por retención hídrica, calambres musculares y desórdenes gastrointestinales cuando se consume a largo plazo. Tomándola de forma incontrolada, se relaciona con encefalopatía espongiiforme bovina y la aparición de ciertos tumores, en países como Francia, su consumo está prohibido.¹⁸

Antes de utilizar o promover el uso de algún suplemento: médicos, nutricionistas, dietistas y el propio consumidor, deben conocer los mecanismos de acción de estas sustancias, sus efectos adversos, las dosis que se han empleado en estudios y los posibles beneficios obtenidos por quienes las han utilizado.

2. BIBLIOGRAFÍA

1. Gil Rodas. Máster profesional en alto rendimiento en deportes de equipo www.mastercede.com http://es.slideshare.net/dorian_4f/41-barca-dietas-del-deportista-ayudas-ergogenas-y-sustancias-no-permitidas-doping.
2. Martínez Sanz JM, Urdamilleta A, Micó L, Soriano JM. Aspectos psicológicos y sociológicos en la alimentación de los deportistas. Cuadernos de Psicología del Deporte. 2012; vol. 12, 2, 39-48.
3. Palacios Gil de Antuñano N, et al. Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico. Documento de consenso de la federación española de medicina del deporte (FEMEDE). Archivos de medicina del deporte. 2012 (29) suplemento 1.
4. Odriozola Lino JM. Ayudas ergogénicas en el deporte. Arbor. 2000; 650: 171-185.
5. Atienza E, López Frías FJ, Pérez Triviño JL. El dopaje y el antidopaje en perspectiva histórica. Materiales para la Historia del Deporte. 2014; 0(12), 94-110. Disponible en: http://www.upo.es/revistas/index.php/materiales_historia_deporte/article/view/1076.
6. Rodríguez Bueno C. La Historia del Dopaje. Historia del Dopaje, sustancias y procedimientos de control. Volumen I. Centro Superior de Deportes. Madrid. 2008.
7. Cabrera Oliva VM. Las ayudas ergogénicas en el deporte: mitos y realidades. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2011; 6 (2).
8. Lozano JA, Galindo JD, García-Borrón JC, Martínez-Liarte JH, Peñafiel R, Solano F. Bioquímica y Biología Molecular para ciencias de la salud. McGraw-Hill Interamericana. 2ª Ed. Madrid. 2000.
9. Genton L, MelzernK, Pichard C. Energy and macronutrient requirements for physical fitness in exercising subjects. Clinical Nutrition. 2010; 29 (4): 413 – 423.
10. Genton L. Clinical Nutrition University: Calorie and macronutrient requirements for physical fitness. The European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism. 2001; 6: e77-e84.
11. Campbell C, Prince D, Braun M, Applegate E, Casazza GA. Carbohydrate-Supplement Form and Exercise Performance. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2008, 18, 179-190.
12. Phillips SM. Proteins Requeriments and Supplementation in Strenght Sports. Nutrition. 2004; 20 (7-8): 689-695.

13. Vanrell Garau B, Moranta Ribas F. Nutrición y deporte en la farmacia comunitaria. *Farmacia Comunitaria*. 2012; 53-59.
14. Úbeda Martín N, Iglesias Gutiérrez E. Alimentos funcionales, ayudas ergogénicas y suplementos nutricionales ¿son necesarios? Instituto Tomás Pascual Sanz. *Nutricion, vida activa y deporte*. ed. IMC. Madrid.
15. Deldicque L, Francaux M. Functional food for exercise performance: fact or foe? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2008, 11:774–781).
16. Bescos García R. Aminoácidos ramificados como suplementación ergogénica en el deporte. *Archi Med del Deporte*. 2003; 20 (97): 429-434.
17. González Jurado JA. *Técnicas y Mecanismos de Ergogenia en el deporte*. Junta de Andalucía; 2005.
18. Mesa Mesa JL, Ruiz Ruiz J, Hernández Martos J, Mula Pérez FJ, Castillo Garzón MJ, Gutiérrez Sáinz A. Creatina como ayuda ergogénica efectos adversos. *Arch Med Deporte*. 2001; 18 (86): 613-619).
19. Parandak K, Arazi H, Khoshkharesh F, Nakhostin-Roohi B. The effect os two-week L-Carnitine supplementation on exerices-induced oxidative stress and muscle damage. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2014; 5(2): 123-128.
20. Kudoh Y, Aoyama S, Torii T, et al. The Effects of Oral L-Carnitine Supplementation on Physical Capacity and Lipid Metabolism in Chronic Hemodialysis Patients. *Nephron extra*. 2014; 4 (1): 33-4.
21. Reuter SE, Evans AM. Carnitine and acylcarnitines: pharmacokinetic, pharmacological and clinical aspects. *Clin Pharmacokinet* 2012; 51 (9): 553-572.
22. Naclerio F. Utilización de L-Carnitina como suplemento dietético: una revisión científica. *Publice Premium* [revista en internet] 2006 [acceso 22 Abril 2016] Disponible en: <http://g-se.com/es/suplementacion-deportiva/articulos/utilizacion-de-la-l-carnitina-como-suplemento-dietetico-una-revision-cientifica-758>.
23. Wall BT, Stephens FB, Constantin-Teodosiu D, K Marimuthu, Macdonald IA, Greenhaff PL. Chronic oral ingestion of l-carnitine and carbohydrate increases muscle carnitine content and alters muscle fuel metabolism during exercise in humans. *The Journal of Physiology*. 2011; 589 (4): 963-973.
24. Mickleborough TD. Omega-3 polyunsaturated fattyacids in physical performance optimization. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013; 23(1):83-96.

25. Corder, K. E., Newsham, K. R., McDaniel, J. L., Ezekiel, U. R., & Weiss, E. P. (2016). Effects of Short-Term Docosahexaenoic Acid Supplementation on Markers of Inflammation after Eccentric Strength Exercise in Women. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(1), 176–183.
26. Jouris KB, McDaniel JL, Weiss EP. The Effect of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on the Inflammatory Response to eccentric strength exercise *J Sports Sci Med*. 2011; 10(3):432-438.
27. López Fandiño R, Medina Méndez I. La alimentación en el siglo XXI. CSIC. Colección Divulgación. 1ª Ed. Madrid. 2009.
28. Baghi AN, Mazani M, Nemati A, Amani M, Alamolhoda S, Mogadam RA. Anti-inflammatory effects of conjugated linoleic acid on young athletic males. *J Pak Med Assoc*. 2016; 66 (3):280-284.
29. Macaluso, F., Barone, R., Catanese, P., Carini, F., Rizzuto, L., Farina, F., y Felice, VD. Do fat supplements increase physical performance? *Nutrients*. 2013; 5 (2): 509-524.
30. Stear SJ, et al. Alimentos para la nutrición deportiva y ayudas ergogénicas para la salud y el rendimiento. *Publice Premium [revista en internet]* 2016 [acceso el 5 de Mayo de 2016]. Disponible en: <http://endurancegroup.org/es/articulos/revisiones-bjism-a-z-de-los-suplementos-nutricionales-suplementos-dietarios-alimentos-para-la-nutricion-deportiva-y-ayudas-ergogenicas-para-la-salud-y-el-rendimiento-parte-10-2076>.
31. Barbany JR, Casimiro J. Suplementación en vitamina C y rendimiento deportivo. *Archiv Med Dep*. 2006; 23 (112): 127-141.
32. Paulsen G, et al. Vitamin C and E supplementation alters protein signalling after a strength training session, but not muscle growth during 10 weeks of training. *J Physiol*. 2014; 592(24):5391-5408.
33. Nikolaidis MG, Kerksick CM, Lamprecht M, McAnulty SR. Does Vitamin C and E Supplementation Impair the Favorable Adaptations of Regular Exercise? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2012; 2012:707941.
34. Brownley KA, Holle AV, Hamer RM, Via ML, Bulik CM. A Double-blind, Randomized Pilot Trial of Chromium Picolinate for Binge Eating Disorder: Results of the Binge Eating and Chromium (BEACh) Study. *J Psychosom Res*. 2013; 75(1):36-42.

35. Pittler MH, Ernst E. Dietary supplements for body-weight reduction: a systematic review. *Am J Clin Nutr.* 2004 Apr; 79(4):529-36.
36. Stearns DM, Belbruno JJ, Wetterhahn KE. A prediction of chromium (III) accumulation in humans from chromium dietary supplements. *FASEB J.* 1995; 9(15):1650-7.
37. González Muñoz MJ, Meseguer I, Martínez Para MC, Aguilar MV, Bernao A. Repercusiones del picolinato de cromo en el metabolismo proteico en función de la edad. *Nutr Hosp.* 2006; 21 (6): 709-714.
38. Molinero O, Márquez S. Use of nutritional supplements in sports: risks, knowledge, and behavioural-related factors. *Nutr Hosp.* 2009; 24(2):128-134.
39. Thein LA, Thein JM, Landry GL. Ergogenic aids. *Phys Ther.* 1995 May; 75(5):426-439.

3. HIPOTESIS DE TRABAJO

El uso de suplementación deportiva ayuda a conseguir una mayor ganancia de masa magra en la práctica de ejercicios de fuerza frente a quienes no la consumen.

4. OBJETIVO

El objetivo general es determinar si es necesario el uso de productos artificiales para conseguir unos objetivos físicos que se pueda plantear el deportista tal como el aumento de masa muscular o simplemente con seguir unas pautas dietéticas y un plan de entrenamiento sería suficiente para lograr las metas que se marque cada persona.

El objetivo específico será examinar los posibles efectos que puedan derivar de suplementar la dieta con preparados comerciales sobre mujeres jóvenes durante el entrenamiento muscular.

5. MATERIAL Y METODOS

Se plantea un estudio experimental con dos grupos de sujetos: un grupo de sujetos recibirá suplementación deportiva, y otro grupo, el grupo control, ningún tipo de ayuda artificial. La muestra sobre la que se actúa son mujeres de entre 25 y 35 años que acuden al gimnasio Quo Fitness de Cartagena a realizar actividades de fitness 5 días a la

semana. Se les explicará el proceso a las participantes haciéndoles firmar un consentimiento a quienes deseen participar y rellenarán un cuestionario que pongan de manifiesto información médica, deportiva y de interés. Se incluirán a aquellas personas del sexo femenino comprendidas entre los 25 y 35 años de edad que hayan practicado deporte al menos 6 meses antes del proyecto con una frecuencia de 3 días a la semana, que acudan al mismo centro deportivo y que su IMC indique normopeso. Se excluirán a embarazadas, a las que consuman o hayan consumido anabolizantes, a aquellas que por su historia médica esté contraindicado la práctica de deporte así como a las que estén tomando fármacos que pudieran alterar resultados del estudio.

Se adjunta a continuación el consentimiento informado.

El presente estudio va dirigido a mujeres que entrenan en el gimnasio Quo Fitness Cartagena con el propósito de conocer la composición corporal y su relación con el consumo de suplementos nutricionales, entrenamiento y dieta.

El mismo será llevado a cabo por un grupo de profesionales formado por: Nutricionistas, Enfermeros y Graduados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Se solicita su autorización para participar en este estudio, que consiste en seguir unas pautas e indicaciones nutricionales y deportivas, con seguimiento en consulta por nuestros profesionales. Se garantiza la confidencialidad de la información proporcionada y tratada, agradeciendo desde ya su colaboración.

Aceptando participar en el estudio de “Efecto de la Suplementación deportiva en la ganancia de masa muscular en un grupo de mujeres de entre 25-35 años”

Firma:

En _____, a _____ de _____ de 2016/2017.

La información recogida será:

TIPO DE INFORMACION	DESCRIPCION DE VARIABLES
DATOS PERSONALES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Edad ➤ Sexo ➤ Ocupación Laboral
ACTIVIDAD FISICA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Frecuencia de Entrenamiento ➤ Tipo de Entrenamiento Aeróbico y Anaeróbico ➤ Rutina Diaria ➤ Tiempo de Entrenamiento
DATOS MEDICOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alergias Medicamentosas y/o de Alimentos ➤ Enfermedades Conocidas ➤ Medicación Actual ➤ Número de Embarazados ➤ Fumadora ➤ Ingesta de Alcohol ➤ Horas de sueño y Tipo ➤ Hábito intestinal ➤ Control Sanguíneo: Bioquímica y Hemograma ➤ Duración menstruación ➤ Problemas circulatorios
MEDIDAS ANTROPOMETRICAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso ➤ Talla ➤ IMC (Indice Masa Corporal) ➤ Pliegues: tricipital, subescapular, suprailíaco y abdominal. ➤ Perímetros Musculares: Brazo (contraído y relajado) y Muslo (contraído y relajado). ➤ Peso óseo, muscular, graso y porcentaje agua.
HABITOS ALIMENTARIOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Número de comidas que realiza al día ➤ Registro de consumo de anabolizantes ➤ Ingesta hídrica ➤ Consumo y frecuencia de grupo de alimentos

Se determinará el perfil antropométrico para obtener información sobre la composición corporal y el somatotipo de las participantes. Las medidas antropométricas y los instrumentos utilizados serán los siguientes:

PESO: Calculado como la cantidad de masa que contiene el individuo, sin diferenciar tejido adiposo, muscular y esquelético. Para ello se usará una báscula digital, de marca Tefal, modelo PP1001V0, con capacidad máxima de 150 kg, precisión ± 100 g. La técnica para pesar a las participantes es que coloquen sus pies sobre la báscula, con el peso bien distribuido en ambos pies, sin apoyarse sobre ningún lugar y con la menor cantidad de ropa posible para minimizar el error.

TALLA: Medida que se tomará en bipedestación sobre superficie plana, de espaldas a la pared y desde el vértice de la cabeza hasta los talones. El equipo antropométrico a utilizar será un tallímetro portátil, fijo a la pared y mide hasta 230 centímetros. La precisión del mismo es de 0,1cm y la marca se obtendrá en centímetros. La técnica de la talla se realiza con los talones juntos, la parte superior de la espalda sobre la pared y con la mirada al frente.

IMC (Índice de Masa Corporal) o Índice de Quetelet: es una medida de asociación entre la masa y la talla de un individuo. Se calcula: **Peso/talla²**. Donde el peso se expresa en Kg y la talla en metros al cuadrado.

CLASIFICACION DEL IMC SEGÚN LA OMS	
IMC	CLASIFICACION
<18.5	Bajo peso
18.5 – 24.9	Normopeso
25.0 – 29.9	Sobrepeso
30.0 – 39.9	Obesidad
>40	Obesidad mórbida

PLIEGUES: Cuantificación de la grasa corporal a través de la medición de diferentes pliegues cutáneos. Se utilizará un adipómetro marca Harpenden que tiene una presión constante de 10g/mm², rango de medición de 0-80mm y en divisiones de 0,2mm para medición de pliegues cutáneos. Para la medición del pliegue cutáneo se escogerán cuidadosamente las referencias anatómicas correspondientes que se marcarán con un lápiz si fuera necesario. El examinador agarrará firmemente con el dedo pulgar e índice de su mano izquierda las dos capas de la piel y el tejido adiposo subyacente, formando el pliegue cutáneo evitando coger músculo, y con la mano derecha sostendrá el adipómetro para la medición del pliegue, el adipómetro se tendrá perpendicular al plano de la piel y la pinza cutánea se mantendrá sostenida durante la lectura. Para obtener una medida lo más fiable posible se realizarán tres mediciones y se calculará la media. Los pliegues que evaluaremos serán: Tricipital, Abdominal, Subescapular y Suprailíaco. El individuo objeto de estudio, deberá permanecer lo más relajado posible y seguirá las indicaciones específicas para cada medición.

Para el cálculo del porcentaje de grasa usaremos la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner:

$$\% \text{ Graso} = [\text{Sumatorio de los pliegues subescapular, tricipital, suprailíaco y abdominal}] \times 0,153 + 5,783$$

RANGOS DE GRASA CORPORAL RECOMENDADOS					
	EDAD	BAJO (-) IMC < 18.5	NORMAL (0) IMC 18,5-24,9	ALTO (+) IMC 25-29.9	MUY ALTO (++) IMC ≥ 30
MUJER	20 – 39	< 21,0	21,0 – 32,9	33,0 – 38,9	≥ 39,0
	40 – 59	< 23,0	23,0 – 33,9	34,0 – 39,9	≥ 40,0
	60 – 79	< 24,0	24,0 – 35,9	36,0 – 41,9	≥ 42,0
HOMBRE	20 – 39	< 8,0	8,0 – 19,9	20,0 – 24,9	≥ 25,0
	40 – 59	< 11,0	11,0 – 21,9	22,0 – 27,9	≥ 28,0
	60 – 79	< 13,0	13,0 – 24,9	25,0 – 29,9	≥ 30,0
Basado en las directrices de IMC de INS/OMS.					

PERIMETROS MUSCULARES: Cuantificaremos los segmentos corporales y la sección transversal aproximada. Para ellos utilizaremos una cinta métrica flexible pero no extensible, calibrada en centímetros con graduaciones en milímetros, con 0,5 cm de ancho y de 2 metros de largo. Se ubicará la cinta de forma precisa a la piel, sin que quede suelta y sin que comprima la piel, y tomando de referencia las marcas anatómicas correspondientes. Se realizarán dos medidas: la medida del perímetro del

brazo relajado y perímetro del brazo flexionado a máxima tensión; y por otro lado, perímetro del muslo tanto relajado como contraído.

PESO OSEO, MUSCULAR, GRASO E HIDRICO: Para ello se utilizará la TANITA BC-418MA Segmental que es una báscula de bioimpedancia eléctrica montada sobre una columna de aluminio que dispone de 8 electrodos de acero inoxidable para realizar el análisis de la composición corporal: 4 electrodos para posicionar los pies y 4 electrodos para sujetar con las manos. Esta báscula efectuará un análisis segmental del cuerpo, nos dará información de miembros superiores, inferiores y el tronco. El tiempo total de análisis será de 30 segundos, con un sistema de pesaje por célula de carga calibrado hasta 300.000 pesadas. Peso máximo de 200kg y precisión de 100g. Conectada a ordenador mediante RS-232 e impresora integrada. Mediante el Software suite biológica EASY 8.0 incluido, se obtendrá un informe extenso con interpretación de resultados y gráficos así como un informe evolutivo de la persona sometida al estudio. Nos dará información de la grasa corporal total y localizada, masa libre de grasa total y segmentada, agua corporal total, masa muscular total, impedancia total y segmental, y peso total y segmental. El individuo se subirá a la báscula con la menor cantidad de ropa posible, sin calcetines, mantendrá una postura erguida, sujetará los electrodos superiores con ambas manos y permanecerá inmóvil el tiempo que dure la medición.

Como material complementario usaremos cámara fotográfica, para tener material visual y poder realizar comparaciones de los posibles cambios físicos que se vayan consiguiendo, y fichas de tablas de entrenamiento y dietas para proporcionárselas las participantes.

Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el Paquete de Programas estadísticos SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versión 12.0). Se realizarán tablas de frecuencias y porcentajes para las variables categóricas y se calcularán medidas descriptivas para las variables cuantitativas, se realizará el análisis estadístico inferencial y según el objetivo a cubrir se aplicaron los tests Chi² de Pearson o Fisher, en el caso de variables categóricas y el test t de Student o Welch o bien la técnica de ANOVA (Análisis de la Varianza) cuando se desean comparar dos o varias medias de variables cuantitativas.

6. PLAN DE TRABAJO Y CALENDARIO DE ACTUACIÓN

Revisión cada 6 semanas durante 1 año en el que se tomarán las medidas antropométricas así como una estimación directa del agua corporal total e indirecta de la masa libre de grasa (músculos, hueso, etc.). Se debe evitar el alcohol en las 48 horas previas a la medición, evitar el ejercicio intenso hasta 12 horas antes, no comidas pesadas hasta 4 horas antes y nada de consumo de diuréticos durante la semana previa. Se harán ajustes de dietas y cambios en las tablas de entrenamiento variando los ejercicios, series y repeticiones; así como se indicarán las pautas de suplementación deportiva al grupo de estudio.

En cada visita, en la medida de lo posible, las participantes asistirán con la misma ropa y se tomarán las mismas fotografías. Quienes no aportan analítica de sangre completa al inicio del estudio se le cursará una para poder cotejarla con control sanguíneo a los 6 meses del estudio y al final del mismo. Se les proporcionará una libreta a las participantes en las que anotarán las cargas que muevan, control de su FC, sensaciones durante el entrenamiento y aspectos que pudieran derivar de la dieta. Cada participante tendrá una abierta una ficha en la que se irá incluyendo la información recopilada. Se resolverán dudas y preguntas.

Se iniciará el estudio el lunes 3 de octubre de 2016 con una tabla de acondicionamiento físico para 4 semanas.

TABLA 1

LUNES-MIERCOLES-VIERNES		MARTES-JUEVES (Glúteo-abdomen-aeróbico)
Calentamiento inicial en cinta de 5-10 min a velocidad 5 con cero de inclinación.		
<ul style="list-style-type: none"> • Leg extensión (cuádriceps) • Press banca plana con mancuernas (pectoral) 	12 repeticiones	<ul style="list-style-type: none"> • Patada 4 series, 8 repeticiones (4x8)
<ul style="list-style-type: none"> • Femoral tumbado (isquiotibiales) • Jalón frontal (espalda) 	12 repeticiones	<ul style="list-style-type: none"> • Jaca con mancuernas: 4x12
<ul style="list-style-type: none"> • Sentadillas en Multipower • Bíceps Mancuerna 	12 repeticiones	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadillas profundas en Multipower: 4x12
<ul style="list-style-type: none"> • Abductor • Tríceps mancuernas a un brazo 	12 repeticiones	<ul style="list-style-type: none"> • Abdomen superior: 3x14
<ul style="list-style-type: none"> • Zancadas 12 pasos con cada pierna • Hombro lateral 12 repeticiones 	12 repeticiones	<ul style="list-style-type: none"> • Abdomen inferior: 3x14
Se harán 4 vueltas al circuito, que se intercalarán con 5 minutos de trote en cinta a 130 pulsaciones aproximadamente.		30 minutos en cinta al 3% de inclinación con velocidad 6 rpm.

DIETA Y SUPLEMENTOS

<p>DESAYUNO</p> <p>250 ml de leche vegetal</p> <p>30 g avena estilo porridge</p> <p>2 rodajas de piña</p> <p>1 zumo de naranja con un limón</p>	<p>1 cápsula de CLA</p> <p>1 cápsula de multivitamínico</p>
<p>ALMUERZO</p> <p>2 rebanadas de pan de wassa</p> <p>120 g pechuga de pavo</p> <p>10 g nueces</p>	<p>500 mg de Vit C</p>
<p>COMIDA</p> <p>40g en seco de pasta espelta o arroz basmati</p> <p>150g en crudo de pechuga a la plancha</p> <p>Ensalada con 10cc de aceite de oliva virgen extra, vinagre de Módena y sal herbamare o sal rosa del Himalaya.</p>	<p>1 cápsula de CLA</p>
<p>MERIENDA</p> <p>2 latas atún al natural y 1 tomate</p>	

CENA	1 cápsula de CLA.
<p>150-175g judías hervidas o espinacas con 10cc de aceite de oliva.</p> <p>Tortilla francesa de 4 claras o 120g de pechuga de pollo o pavo</p> <p>3 espárragos</p>	
PRE-ENTRENO	
1 plátano Un café solo o un té Una ampolla de L-Carnitina	
DURANTE ENTRENAMIENTO	
Bebida isotónica	
POST-ENTRENO	
30g batido de proteína isolatada 7 almendras 5g BCAA	
ANTES DE DORMIR	
10gr de Chocolate negro puro al 85% e infusión rooibos.	
Se deberá de beber de 2-3L de Agua al día.	
<p>NOTA: <u>Dieta tipo para mujer de 33 años de 160 cm de altura y peso inicial de 56.8kg.</u> Para ajustar las dietas se tendrán en cuenta, además, los gustos personales. La dieta se llevará de Lunes a Domingo, debiendo de saltarse una comida a la semana a elección personal. La ingesta de alcohol estará prohibida durante todo el estudio, tan sólo se permitirá una copa de vino el día que se salte la dieta pero sólo en los primeros 6 meses.</p>	

En el mes de Diciembre se incorporará 5 g de creatina en el pre y post-entreno durante 2 meses.

En el mes de Enero se incorporará 1 cápsula de picolinato de cromo en la comida durante dos meses.

En el mes de Marzo se añadirá 1 cápsula de omega 3 en la comida y en la cena, los 500mg de Vitamina C se pasarán de tomarlo en el almuerzo a tomarlo en el post-entreno y se suprimirán las nueces.

En el mes de Mayo se iniciarán dietas de carga y descarga: modificando las cantidades de proteínas e hidratos de carbono.

Durante los meses de verano (Julio-Agosto-Septiembre) se pondrá una tabla y dieta de mantenimiento sin modificaciones cada 6 semanas.