

Validación de suplementos vasodilatadores para personas con sarcopenia



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Titulación: Grado en ciencias de la actividad física y el deporte

Curso académico. 2018-2019

Alumno: Javier Porrás Martínez

Tutor académico: Enrique Roche Collado

Universidad Miguel Hernández (Elche)

Índice

Contextualización Págs. 1-3

Revisión bibliográfica Págs. 3-7

Propuesta de intervención Págs. 7-8

Conclusión Pág. 8

Bibliografía Págs. 8-11



Contextualización

El envejecimiento es un proceso que comienza el primer día del ciclo vital, por lo que es difícil obtener una definición precisa de este proceso. Autores como Lehr, Laforest, Gómez y Curcio tienen la opinión común de que se trata de un proceso dinámico, multifactorial e inherente a todos los seres humanos. La literatura lo define como la suma de todos los cambios que se producen en el ser humano con el paso del tiempo y que conducen a un deterioro funcional y a la muerte (Alvarado y Salazar, 2014). La genética influye en un 35% del tiempo sobrevivido, mientras que los factores medioambientales influyen un 65%, por lo que el envejecimiento está muy afectado por los cambios del entorno, el estilo de vida y las enfermedades. El envejecimiento presenta unas características comunes:

- a) Universal, ya que es propio de todos los seres vivos
- b) Progresivo e irreversible, porque no puede detenerse ni revertirse
- c) Heterogéneo e individual, ya que no todo el mundo envejece de la misma manera y a la misma velocidad.
- d) Deletéreo, ya que conlleva una pérdida progresiva de funciones.
- e) Intrínseco, ya que va íntimamente unido a la esencia de la naturaleza humana.

Actualmente, más del 15% de la población en los países industrializados tiene 65 años o más, y se espera alcanzar el 25% en 2051 (Landinez, Contreras y Castro 2012).

El envejecimiento produce cambios en órganos y tejidos, por lo que éstos van disminuyendo su actividad y funcionalidad. Se reduce la flexibilidad de los tejidos, se pierden células nerviosas, se endurecen los vasos sanguíneos y hay una disminución general del tono corporal. Estos cambios son debidos a modificaciones en la actividad metabólica celular, a procesos bioquímicos alterados, a variaciones hormonales y a una diferente adaptación a determinadas condiciones ambientales (Landinez et al. 2012). Uno de los primeros cambios ocurre a nivel renal, tanto a nivel estructural como funcional. Así cabe destacar, el engrosamiento de la pared arterial, esclerosis de las arterias glomerulares y una disminución de glomérulos funcionales. También, el flujo plasmático renal disminuye aproximadamente un 10% después de cada década a partir de los 40 años. Igualmente disminuye la capacidad de concentrar la orina hasta un 20% así como la capacidad para sintetizar y transportar la urea (Salech, Jara y Michea 2012).

A nivel cardiovascular, los cambios morfológicos que se producen son un aumento del colágeno en la túnica media, pérdida de fibras de elastina, hipertrofia cardíaca, disminución de cardiomiocitos y un aumento de la matriz extracelular. Todo esto deriva en una serie de cambios funcionales como una mayor rigidez vascular y cardíaca, mayor disfunción endotelial y un mayor riesgo de arritmias (Salech et al. 2012).

También se producen cambios morfológicos en el sistema nervioso central, como son una disminución de la masa cerebral, un aumento del líquido cefalorraquídeo y pérdidas neuronales. Todo esto provoca una menor actividad neuronal y velocidad de procesamiento, una disminución de la memoria de trabajo, así como una menor destreza motora. También se producen cambios importantes en el metabolismo resultando en un aumento de la grasa visceral, menor masa de células beta pancreáticas causada por procesos de glucolipotoxicidad que derivan a una mayor resistencia a la insulina, que si no es corregida culmina en una diabetes tipo 2 (Salech et al. 2012).

En cuanto a la composición corporal, se produce una disminución del agua corporal, una disminución del tamaño de los órganos y un aumento relativo de la grasa corporal. En el aparato respiratorio, se produce una disminución de la distensibilidad de la pared torácica y pulmonar, pérdida de septos alveolares, colapso de las vías aéreas, aumento del volumen de cierre y una disminución de la fuerza de tos. Las consecuencias de estos cambios anatómicos

son una disminución de la capacidad vital, un aumento del volumen residual y de la diferencia alvéolo-arterial de oxígeno, un aumento del riesgo de infecciones y un mayor riesgo de broncoaspiración (Landinez et al. 2012).

En el aparato gastrointestinal y en concreto en la boca, se produce menos saliva y una reabsorción de la raíz y migración apical de estructuras de soporte del diente. A nivel del aparato digestivo se observa una disminución del peristaltismo esofágico, y en el estómago e intestino aparece una disminución de la secreción de ácido clorhídrico (acloridia) y de enzimas digestivas. La consecuencia de todas estas disfunciones es la pérdida de piezas dentarias, tránsito esofágico prolongado, reflujo esofágico, disfagia, poliposis gástrica y metaplasia intestinal, constipación y diverticulosis (Landinez et al. 2012).

En los diferentes sentidos, como en la vista se producen trastornos de coloración, rigidez y disminución del tamaño del cristalino. En el oído aparece una disminución de la función de las células sensoriales en el aparato vestibular. Las consecuencias de estos cambios son una disminución de agudeza visual y reflejos, alta probabilidad de sufrir cataratas y miopía, así como pérdida de audición (Landinez et al. 2012). En lo referente al gusto y olfato, disminuye la función de las papilas gustativas, células sensoriales olfatorias y disminuye la producción de saliva. Todo ello conlleva un gusto alterado por la comida y el desarrollo de inapetencia para determinados alimentos, con el riesgo de desembocar en desnutrición.

También se produce una disminución de estatura ya que se estrechan los discos vertebrales, se produce una disminución de la masa ósea y en las articulaciones disminuye la elasticidad articular, debido a una degeneración y atrofia del cartílago. Todo esto causa una disminución de altura, osteoporosis, fractura de huesos, limitación articular y pérdida de fuerza (Landinez et al. 2012).

Y por último y donde se va a centrar principalmente este trabajo es a nivel muscular, ya que con el envejecimiento se produce una pérdida de masa muscular y esto conlleva una disminución de fuerza, un mayor riesgo de caídas y un aumento de la fragilidad (Salech et al. 2012).

Se encuentran diferencias individuales durante este proceso de envejecimiento. Por lo general, las mujeres muestran un mayor bienestar psicológico que se sustenta en variables psico-sociales. Además del género, otra diferencia clave que influye en el proceso de envejecimiento aparece en el mantenimiento de una correcta función mental entre la primera vejez y la segunda. Así, las personas que ejercieron profesiones liberales obtenían en la vejez un mayor bienestar psicológico, así como una mejor salud física y mental. Aquellas personas que presentaron una mejor auto-percepción de su estado de salud coincidían como las más optimistas, sociables, extrovertidas, desarrollando una mayor actividad en general. Las personas más extrovertidas conseguían una mayor estabilidad emocional y realizaban más actividades y ejercicio físico, estaban más comunicadas con otras personas y tenían más aficiones y ocupaciones. Se puede decir que las personas más optimistas se quejaban menos de su salud, eran más estables emocionalmente, más felices y con mejores expectativas de futuro, mientras que las menos optimistas mostraban lo opuesto (Tous y Navarro 1997).

Por todo ello, es muy importante mantener la actividad física en la tercera edad para que el envejecimiento sea una experiencia positiva, evitando la tendencia al sedentarismo. La participación en actividades físicas moderadas disminuye el riesgo de padecer enfermedades, también mejora la salud mental y favorece los contactos sociales. El mantener una vida activa, ayuda a estas personas a mantener la independencia los máximos años posibles y también reduce el riesgo de caídas. Todo esto es clave porque la actividad física pautada en la tercera edad previene que los adultos se vuelvan frágiles gracias al aumento de la masa muscular, de la fuerza y de la densidad ósea, además del fortalecimiento del tejido conectivo y el aumento de la flexibilidad. Por todo ello, la actividad física ha sido reconocida como una estrategia

importante para prevenir, por ejemplo, la diabetes tipo 2, enfermedades coronarias y cardíacas, osteoporosis entre muchas otras típicas de la tercera edad. Además, mejora el autoconcepto y consigue disminuir el estrés, la ansiedad, el insomnio, favoreciendo las funciones cognitivas y de socialización (Landinez et al. 2012).

La mejora de la circulación cerebral producida por el ejercicio repercute en un proceso cognitivo más rápido y eficiente, ya que favorece la síntesis y degradación rápida de neurotransmisores. A todo esto, contribuye la calidad de la sangre que debe presentar niveles bajos de colesterol y triglicéridos, lo que disminuye el riesgo de desarrollar un ictus cerebral. Por todo ello, cabe destacar que mantener la salud cognitiva es una prioridad de salud pública y si se practica deporte de forma adecuada y adaptada es la mejor opción para retrasar el envejecimiento y mejorar el bienestar de la persona. El efecto del ejercicio se considera como una terapia contra los cambios que produce el envejecimiento (Landinez et al. 2012).

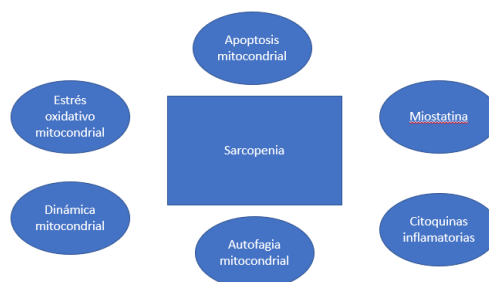
De forma general se puede afirmar que el ejercicio físico mejora la función músculo esquelética, osteoarticular, cardiocirculatoria, respiratoria, endocrino-metabólica, inmunológica y psiconeurológica. Todos los programas de ejercicio orientados a personas mayores no sólo deben asegurar la mejora de sus condiciones físicas, sino que también deben mejorar el equilibrio, la independencia y la calidad de vida (Landinez et al. 2012).

Revisión bibliográfica

Debido al alto porcentaje de población que presenta obesidad, se presta muy poca atención a la fragilidad que se caracteriza por un trastorno funcional y una disminución de la masa muscular generalmente a partir de los 65 años. Si esto ocurre es necesario asistencia para realizar actividades diarias. La fragilidad es más prevalente en las personas de tercera edad, pero no forma parte de un envejecimiento normal (Hernández, Gómez y Morillas-Ruiz 2018).

Según Linda Fried una persona es frágil si sufre tres o más de los siguientes criterios: pérdida de peso, agotamiento, debilidad, lentitud e inactividad. Un aspecto clave por el cual se desarrolla la fragilidad es debido a la sarcopenia (pérdida de masa muscular). Por lo tanto, las soluciones que se proponen son principalmente conductuales a través de la nutrición y la actividad física (Hernández et al. 2018).

El término sarcopenia, fue introducido por primera vez por Irwin Rosenberg en 1989 y se caracteriza por una degradación del músculo esquelético debido al envejecimiento, la mala nutrición, la falta de uso y los cambios hormonales. Existe una variedad de factores por los cuales se desarrolla la sarcopenia, como las causas ambientales, los problemas endocrinos, pérdida de neuronas motoras, activación de vías inflamatorias y reducciones en el número de células satélite (Cruz-Jentoft et al., 2010). Además, recientemente se ha llegado a la conclusión de que la disfunción mitocondrial y la activación de la señalización apoptótica son aspectos fundamentales para el desarrollo de esta (Yoo et al. 2018).



Posibles mecanismos de sarcopenia, imagen adaptada de Yoo et al., 2018

Debemos destacar la importancia del ejercicio físico como una de las estrategias fundamentales contra la sarcopenia, ya que el ejercicio aeróbico estimula la producción de ATP mitocondrial, mejora la capacidad aeróbica, la regulación metabólica y la función cardiovascular. Por todo ello, ayuda a la restauración del metabolismo mitocondrial, reduce la expresión de genes catabólicos y aumenta la síntesis de proteínas musculares (Erlich et al., 2016 ; Konopka y Harber, 2014 ; Seo et al., 2016). Gracias a este tipo de ejercicio, se puede suprimir la vía apoptótica, manteniendo o aumentando el recambio proteico a través de la vía autofágica, y evitando la degradación de proteínas como consecuencia de una activación de la muerte celular programada (apoptosis) (Yan et al., 2012). Finalmente, el ejercicio aeróbico aumenta el número de las fibras musculares, especialmente de tipo 2 (Heo et al., 2017). En conclusión, el ejercicio aeróbico desarrolla un papel protector ya que mejora la función mitocondrial y crea un entorno favorable para mejorar la hipertrofia y la fuerza (Johnston et al., 2008).

Gracias a todos estos beneficios se recomiendan programas que combinen tanto ejercicios aeróbicos como de fuerza (Takeshima et al., 2004), de esta forma se puede mejorar la capacidad de caminar, el equilibrio y las funciones musculares isocinéticas (Lee et al., 2017) ya que este tipo de entrenamiento combinado produce los efectos preventivos y terapéuticos más beneficiosos (Yoo et al. 2018).

Teniendo claro lo anterior, un aspecto clave para el desarrollo de la fragilidad son los factores dietéticos, el estado nutricional es la clave y varios estudios muestran relación entre el estado nutricional, la ingesta de nutrientes y el desarrollo de fragilidad. Los aspectos más importantes son el aporte calórico, la cantidad y calidad de proteínas en la dieta y los niveles de algunos micronutrientes como vitamina D y calcio (Morley et al., 2013). El estudio de Bartali et al., dice que la baja ingesta de energía se asocia con un mayor riesgo de desarrollar fragilidad, así como una inadecuada ingesta de proteínas, vitamina D, vitamina E, vitamina C, y vitamina B9. En este punto cabe destacar el papel fundamental de la ingesta de proteínas. Kobayashi et al., en su estudio llegó a la conclusión de que independientemente de la fuente y de la composición de aminoácidos, hay una relación inversa entre la ingesta de proteínas y la fragilidad, es decir, a un mayor consumo de proteínas, un menor desarrollo de la fragilidad.



Ciclo de desarrollo de fragilidad, imagen adaptada de Hernández et al., 2018

Varios autores han demostrado una relación inversa entre la vitamina E, la vitamina C, la B6 y el folato con el desarrollo de la fragilidad (Michelon et al., 2006, Semba et al., 2006, Smit, inviernos-piedra, Loprinzi, Tang y Crespo 2013). Por lo tanto, lo mejor para evitarla es llevar a cabo una dieta equilibrada. En concreto, la dieta mediterránea es la que mejor se asocia con unas menores posibilidades de desarrollar fragilidad, pudiendo utilizarse para la prevención y el tratamiento (Talegawkar et al., 2012 y Bollwein et al., 2013). Cabe destacar que también se ha observado un menor riesgo de fragilidad en aquellas personas con un mayor consumo de frutas y verduras (García-Esquinas et al., 2016). En el estudio de Lorenzo-López et al., se demostró que

la calidad de la dieta se relacionaba inversamente con el riesgo de ser frágil. Así Yarla et al., demostraron que la ingesta óptima de aceite de oliva puede reducir el riesgo de padecer fragilidad.

Un aspecto fundamental para evitar la sarcopenia es tener una masa muscular adecuada. Para ello, hay dos formas de hacerlo, o la persona construye masa muscular o detiene la pérdida de ésta. Lo más práctico para la gente mayor es detener la pérdida de masa muscular (Hernández et al., 2018). En lo que se refiere a las proteínas, Kim y Lee en el 2013 propusieron el uso de suplementación con proteínas para reducir la fragilidad y en el 2016 Poter Starr et al., realizaron un estudio donde sometieron a un grupo a una dieta hipocalórica con el objetivo de perder peso y al otro grupo se le sometió a lo mismo, pero con una mayor ingesta de proteína. La pérdida de peso fue similar pero el grupo que consumió más proteína retuvo una mayor cantidad de masa muscular.

Un estudio que se basó únicamente en la suplementación con proteína fue el de Niccoli et al., donde a un grupo de ancianos hospitalizados se les suministró proteína de suero y a otro grupo no se les suministró ningún suplemento. El grupo que había consumido proteína mostró una mayor fuerza de agarre y fuerza extensora de la rodilla. En el estudio de Dirks et al., mejoró el área de sección transversal muscular de las personas que tomaron proteína.

A parte de intentar retrasar la pérdida de masa muscular, las intervenciones también se centran en mantener estructuras óseas saludables y se ha demostrado que la ingesta de lácteos ayuda a obtener un estado óseo óptimo (Hernández et al., 2018). En el estudio de Dehghan et al., se demostró que una mayor ingesta de estos alimentos se relacionó con un menor riesgo de muerte y enfermedad cardiovascular. En lo que se refiere a la vitamina D, en el estudio de Latham et al., y en el de Boxer et al., no se observó ningún efecto de ésta sobre el rendimiento físico. Sin embargo, más recientemente en el estudio de Bauer et al., donde se estudió el efecto de la vitamina D y la suplementación con proteínas, se obtenían mejoras en la prueba de la posición de la silla y en la masa muscular apendicular. Así, esta suplementación podría ayudar a personas frágiles que no pueden realizar ejercicio físico.

Un nutriente clave para la conservación de la masa muscular son los ácidos grasos esenciales omega-3. León-Muñoz et al., encontraron una relación positiva: a mayor ingesta de omega-3 menor riesgo de desarrollo de fragilidad. Los sujetos que participaron en el estudio de Hutchins-Wiese et al., a los que se les suministró una dosis de ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico, obtuvieron una mejora en la velocidad de marcha y los autores sugirieron que la ingesta de selenio y vitamina C podría interactuar con los anteriores mejorando el rendimiento físico. Strike et al., en el 2016, también realizaron un estudio suplementando con omega-3 y demostraron que mejoraba la movilidad en mujeres frágiles pero debido a que la suplementación se llevó a cabo con ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico y otros nutrientes como fosfatidilserina, α -tocoferol, ácido fólico y vitamina B12, no se descarta que los demás nutrientes jugarán un papel importante.

Ng et al., en el 2015, analizaron el efecto combinado de diferentes suplementos, en concreto, hierro y folato, vitamina B6 y B12, calcio y vitamina D. Los valores de fragilidad se redujeron significativamente y en este estudio es importante destacar que se realizó ejercicio físico combinado y gracias a esto se produjo una mejoría mayor en los sujetos. En el estudio de Abe et al., en el 2016, analizaron el efecto combinado de L-leucina, colecalfiferol y triglicéridos de cadena media y llegaron a la conclusión de que estos triglicéridos podrían ser útiles para prevenir la fragilidad. La L-carnitina de forma aislada fue utilizada en el estudio de Badrasawi et al., y llegaron a la conclusión de que 1,5 g/día de este suplemento podría mejorar la fragilidad y la fuerza de agarre de la mano.

Un estudio interesante fue el desarrollado por Wu et al., donde se llevaron a cabo tres intervenciones, una con suplementos de micronutrientes múltiples, micronutrientes múltiples

más suplementos de proteína de soja aislados y una educación nutricional individualizada. Los datos revelaron que la más efectiva fue la educación nutricional ya que fue capaz de reducir la fragilidad en un 60%. Por el contrario, en el estudio de Manal et al., la educación nutricional no mostró ningún efecto significativo. Por lo tanto, los autores concluyeron que el estado nutricional de referencia de las personas mayores determina la efectividad de la intervención. Chan et al., en su estudio, llegaron a la conclusión de que el ejercicio más la educación nutricional afecta positivamente a evitar la fragilidad a corto plazo y observaron que había una mejora a largo plazo en la densidad mineral ósea.

Se puede decir que las intervenciones efectivas contra la fragilidad incluirían actividad física y nutrición adaptada. Aunque se ha hablado de numerosos nutrientes que podrían luchar contra la fragilidad, su efectividad parece ser limitada. Sólo se puede afirmar que la suplementación con proteínas es la única intervención que puede prevenir y tratar la fragilidad. Así, numerosos autores sugieren que un suplemento de 30 g diarios de proteína puede ayudar a prevenir la fragilidad, aunque es necesario tener en cuenta las características individuales de cada sujeto antes de prescribir estos suplementos (Hernández et al. 2018).

Tabla resumen de los resultados de Hernández et al. 2018

Estudio	Suplemento	Metodología/Diseño	Resultados
Kim et al.	Proteínas	Suplementación con 25g de proteínas, 9,4g de aminoácidos, 400ml de agua y 400 Kcal de energía	Mejora en la velocidad de la marcha y en el tiempo de la prueba "ir y venir"
Porter Starr et al.	Proteínas	Dos grupos en déficit calórico, pero uno de ellos con una mayor ingesta de proteínas (>30g por comida)	El grupo con mayor ingesta de proteínas retuvo mayor cantidad de masa muscular
Collins et al.	Proteínas	Suplemento con suero de leche y con L-creatina	Ambos mejoraron el rendimiento en la actividad física
Niccoli et al.	Proteínas	Un grupo control y otro que tomó proteína de suero. Ambos grupos eran ancianos hospitalizados	Aumentaba la fuerza de agarre y la fuerza extensora de rodilla
Dirks et al.	Proteínas	Ejercicios de resistencia más suplementación con proteínas	Aumentó el área de sección transversal
Latham et al.	Vitamina D	Suplementación con vitamina D más ejercicio de alta intensidad	Sin efecto
Boxer et al.	Vitamina D	Suplementación con vitamina D3 y calcio	Sin efecto, el calcio podría enmascarar el efecto de la vitamina D
Bauer et al.	Vitamina D	Vitamina D y suplementación con proteínas rica en leucina	Mejora en la prueba de la silla y en la masa muscular apendicular
Hutchins-wiese et al.	Omega 3	2,4 g de ácido eicosapentaenoico y docosahexaenoico	Mejora en la velocidad de caminata

Strike et al.	Omega 3	Suplemento docosahexaenoico, ácido eicosapentaenoico y otros como fosfatidilserina, d- α -tocopherol, ácido fólico y vitamina B12	Mejora de la movilidad en mujeres frágiles
Ng et al.	Otros	Suplemento de hierro, ácido fólico, vitamina B6, vitamina B12, calcio y vitamina D	Se redujo la fragilidad y los autores destacan la importancia de la actividad física
Abe et al.	Otros	Suplementación de L-leucina, colecalciferol, y triglicéridos de cadena media	Previene el desarrollo de la fragilidad
Badrasawi et al.	Otros	Suplemento de L-carnitina (1,5 g/día)	Mejora la fragilidad y fuerza de agarre

Propuesta de intervención

Se propone una intervención con un grupo de personas mayores, de 65 años o más y de características homogéneas. Se partirá de 2 grupos con una n=15-20 personas por grupo con el objetivo de que la muestra sea significativa, el tiempo del estudio será de 6 semanas donde se seguirá el siguiente protocolo:

En primer lugar, un grupo control que se les someterá a una dieta ligeramente hiperproteica donde los macronutrientes se repartirán de la siguiente forma: 55% hidratos de carbono, 30% lípidos y un 15 % proteínas. Con esto se pretende dar un aporte mayor de proteínas ya que como se ha visto anteriormente es un aspecto clave para evitar la pérdida de masa muscular.

También se les someterá a un programa de ejercicio, 3 veces por semana donde cada sesión tendrá una duración de aproximadamente 60 minutos y este tiempo se dividirá conforme al siguiente programa: los primeros 30 minutos se desarrollarán ejercicios principalmente de fuerza, multiarticulares donde la intensidad oscilará entre el 60-70% del 1RM para principiantes o intermedios, los experimentados pueden llegar al 80% del 1RM y para personas sedentarias o mayores entre el 40-50% del 1RM, el volumen rondará entre las 10-15 repeticiones y un mínimo de 2 series por grupo muscular. Si son sujetos sin experiencia, la primera semana se les realizará un periodo de adaptación con el objetivo de que aprendan las técnicas en los movimientos básicos para evitar lesiones. A estos sujetos se les podrá dividir el total del tiempo de la resistencia aeróbica en periodos de 10 minutos, esta tendrá una intensidad moderada y/o vigorosa para la mayoría de adultos y leve-moderada para personas sedentarias con ejercicios que involucren a los principales grupos musculares y de naturaleza rítmica y continua. El volumen será igual o superior a 500-1000 mets/min/semana y será fundamental introducir variedad en los ejercicios ya que este tipo de entrenamiento puede llevar a la monotonía y, por lo tanto, al abandono.

El otro grupo será el experimental, estos llevarán la misma dieta y el mismo ejercicio, pero con la diferencia de que tomarán jugo de remolacha que se les suministrará mediante píldoras. Cada toma será aproximadamente equivalente a un total de entre 4 y 6 remolachas. Las píldoras aseguran por tanto una ingesta fija de nitritos que son los compuestos contenidos en la remolacha que ejercen un efecto vasodilatador. Con ello, el objetivo es comprobar si este suplemento, gracias a su efecto vasodilatador aportaría más nutrientes a los músculos, reduciendo la pérdida de masa muscular con el envejecimiento.

Se realizará un análisis de sangre antes de iniciar el programa y otro a finalizar, es decir, tras las 6 semanas. Aquí se analizarán distintos marcadores a nivel sanguíneo como la creatinina, ya que es un producto de desecho del metabolismo muscular, el calcio porque es un indicador de la salud ósea y la urea que es el producto resultante de la degradación de proteínas. Otros marcadores circulantes útiles para evaluar la sarcopenia serían: un marcador inflamatorio (proteína C reactiva), un marcador de daño oxidativo (carbonilos proteicos) y la presencia de aminoácidos musculares (hidroxilisina). También, gracias a la antropometría se podrá saber cómo varían los porcentajes de grasa y músculo principalmente, realizándola al inicio y al final de la intervención.

Es importante destacar que la dieta debe ser realizada por un nutricionista, el entrenamiento por una persona graduada en CAFD y el análisis por un médico, estos deben trabajar de forma conjunta y tener comunicación durante todo el proceso.

Conclusión

Como conclusión, hay que señalar que la sarcopenia es un problema común en la tercera edad que puede llevar a fragilidad y dependencia. Pese a que muchos nutrientes han demostrado que pueden ayudar a paliar los efectos de la sarcopenia, la efectividad de estos es limitada. Por lo tanto, para prevenir y tratar este problema hasta el momento lo único que se sugiere a nivel nutricional es tomar suplementos de proteínas (30 g al día). En lo que se refiere a la actividad física el ejercicio aeróbico es clave, ya que aumenta el número de fibras musculares y crea un entorno favorable para la ganancia de masa muscular. El entrenamiento de fuerza cobra la misma importancia ya que gracias a éste, se puede mantener una masa muscular adecuada. Por lo tanto, lo más adecuado es realizar un entrenamiento donde se combinen ambos tipos, al menos tres veces por semana, y una nutrición adaptada con una dieta ligeramente hiperproteica.

Bibliografía

Abe, S .; Ezaki, O .; Suzuki, M. Los triglicéridos de cadena media en combinación con leucina y vitamina D aumentan la fuerza muscular y la función en adultos mayores frágiles en un ensayo controlado aleatorizado. *J. Nutr.* 2016 , 146 , 1017-1026.

Alvarado García, A. M., Maya, S., & María, Á. (2014). Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos*, 25(2), 57-62.

Badrasawi, M .; Shahar, S .; Zahara, AM; Ni Fadilah, R .; Singh, DKA Eficacia de la suplementación con L-carnitina en el estado de fragilidad y sus biomarcadores, estado nutricional y función física y cognitiva en adultos mayores con prefrail: un ensayo clínico doble ciego, aleatorizado, controlado con placebo. *Clinica Entrevista Envejecimiento* 2016 , 11 , 1675-1686.

Bartali, B .; Frongillo, EA; Bandinelli, S .; Lauretani, F .; Semba, RD; Fried, LP; Ferrucci, L. La ingesta baja de nutrientes es un componente esencial de la fragilidad en las personas mayores. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2006 , 61 , 589–593.

Bauer, JM; Verlaan, S .; Bautmans, I .; Brandt, K .; Donini, LM; Maggio, M .; McMurdo, MET; Mets, T .; Sello, c .; Wijers, SL; et al. Efectos de un suplemento nutricional de vitamina D y proteína de suero de leche enriquecida en leucina sobre las medidas de sarcopenia en adultos mayores, el estudio PROVIDE: un ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo. *Mermelada. Medicina. Dir. Asoc.* 2015 , 16 , 740–747.

Bollwein, J .; Diekmann, R .; Kaiser, MJ; Bauer, JM; Uter, W .; Sieber, CC; Volkert, D. La calidad dietética está relacionada con la fragilidad en adultos mayores que viven en la comunidad. *J. Gerontol. Ser A Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2013 , 68 , 483–489.

Boxer, RS; Kenny, AM; Schmotzer, BJ; Chaleco, M .; Fiutem, JJ; Pina, IL Un ensayo controlado aleatorio de dosis altas de vitamina D3 en pacientes con insuficiencia cardíaca. *JACC. Insuficiencia cardíaca.* 2013 , 1 , 84-90.

Chan, D.-CD; Tsou, H.-H .; Yang, R.-S .; Tsauo, J.-Y .; Chen, C.-Y .; Hsiung, CA; Kuo, KN Un ensayo piloto aleatorizado controlado para mejorar la fragilidad geriátrica. *BMC Geriatr.* 2012 , 12 , 58.

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M; Grupo de trabajo europeo sobre sarcopenia en personas mayores. Sarcopenia: consenso europeo sobre definición y diagnóstico: Informe del Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas de Edad. *Envejecimiento.* 2010; 39: 412–423.

Dehghan, M .; Mente, A .; Zhang, X .; Swaminathan, S .; Li, W .; Mohan, V .; Iqbal, R .; Kumar, R .; Wentzel-Viljoen, E .; Rosengren, A .; et al. Asociaciones de grasas e ingesta de carbohidratos con enfermedad cardiovascular y mortalidad en 18 países de los cinco continentes (PURE): un estudio prospectivo de cohorte. *Lancet* 2017 , 390 , 2050–2062.

Dirks, ML; Tieland, M .; Verdijk, LB; Losen, M .; Nilwik, R .; Mensink, M .; de Groot, LCPGM; van Loon, la suplementación con proteína LJC aumenta la hipertrofia de la fibra muscular, pero no modula el contenido de las células satélite durante el entrenamiento con ejercicios de resistencia de tipo prolongado en ancianos frágiles. *Mermelada. Medicina. Dir. Asoc.* 2017 , 18 , 608–615.

Erlich AT, Tryon LD, Crilly MJ, Memme JM, Moosavi ZSM, Oliveira AN, Beyfuss K, Hood DA. Función de proteínas reguladoras especializadas y vías de señalización en la biogénesis mitocondrial muscular inducida por el ejercicio. *Integr Med Res.* 2016; 5: 187–197.

García-Esquinas, E .; Rahi, B .; Peres, K .; Colpo, M .; Dartigues, J.-F .; Bandinelli, S .; Feart, C .; Rodríguez-Artalejo, F. Consumo de frutas y verduras y riesgo de fragilidad: un análisis de dosis-respuesta de 3 cohortes prospectivas de adultos mayores que viven en la comunidad. *A.m. J. Clin. Nutr.* 2016 , 104 , 132–142.

Heo JW, No MH, Park DH, Kang JH, Kwak HB. Sarcopenia inducida por el envejecimiento y ejercicio. *Asiático J Kinesiol.* 2017; 19: 43–59.

Hutchins-Wiese, HL; Kleppinger, A .; Annis, K .; Liva, E .; Lammi-Keefe, CJ; Durham, HA; Kenny, AM El impacto de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga n-3 suplementarios y los antioxidantes dietéticos en el rendimiento físico en mujeres posmenopáusicas. *J. Nutr. Envejecimiento en salud* 2013 , 17 , 76–80.

i Ral, J. M. T., & Montes, J. N. (1997). Las diferencias individuales en el proceso de envejecimiento humano. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, (73), 105-118.

Johnston AP, De Lisio M, Parise G. Entrenamiento de resistencia, sarcopenia y la teoría mitocondrial del envejecimiento. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008; 33: 191–199.

Kim, C.-O .; Lee, K.-R. Efecto preventivo de la suplementación de proteína y energía en el declive funcional de adultos mayores frágiles con un estatus socioeconómico bajo: un estudio controlado aleatorio basado en la comunidad. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2013 , 68 , 309–316.

Kobayashi, S .; Asakura, K .; Suga, H .; Sasaki, S .; Estudio de tres generaciones de mujeres en dietas y grupo de estudio de salud. La ingesta alta de proteínas se asocia con una baja

prevalencia de fragilidad entre las mujeres japonesas de edad: un estudio multicéntrico de corte transversal. *Nutr. J.* 2013 , 12 , 164.

Konopka AR, Douglass MD, Kaminsky LA, Jemiolo B, Trappe TA, Trappe S, MP Harber. Adaptaciones moleculares al entrenamiento con ejercicios aeróbicos en el músculo esquelético de mujeres mayores. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2010; 65: 1201–1207.

Landinez Parra, N. S., Contreras Valencia, K., & Castro Villamil, Á. (2012). Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*, 38, 562-580.

Latham, NK; Anderson, CS; Lee, A .; Bennett, DA; Moseley, A .; Cameron, ID Un ensayo aleatorizado y controlado del ejercicio de resistencia a los cuádriceps y la vitamina D en personas mayores frágiles: el ensayo de intervenciones de fragilidad en ancianos (FITNESS). *Mermelada. Geriatr. Soc.* 2003 , 51 , 291-299.

Lee MY, Jun WS, Lee MG. Efectos de un programa de ejercicio en circuito de 12 semanas sobre la condición física relacionada con caídas en mujeres ancianas con sarcopenia. *Coreano J Sports Sci.* 2017; 26: 1123–1135.

Leon-Muñoz, LM; Garcia-Esquinas, E .; López-García, E .; Banegas, JR; Rodriguez-Artalejo, F. Principales patrones dietéticos y riesgo de fragilidad en adultos mayores: un estudio de cohorte prospectivo. *BMC Med.* 2015 , 13 , 11.

Lorenzo-López, L .; Maseda, A .; de Labra, C .; Regueiro-Folgueira, L .; Rodríguez-Villamil, JL; Millán-Calenti, JC Determinantes nutricionales de la fragilidad en adultos mayores: una revisión sistemática. *BMC Geriatr.* 2017 , 17 , 108.

Manal, B .; Suzana, S .; Singh, DKA Nutrición y fragilidad: una revisión de los estudios de intervención clínica. *J. frágil. Envejecimiento* 2015 , 4 , 100–106.

Michelon, E .; Blaum, C .; Semba, RD; Xue, Q.-L .; Ricks, MO; Fried, LP Estado de vitaminas y carotenoides en mujeres mayores: Asociaciones con el síndrome de fragilidad. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2006 , 61 , 600-607.

Morante, J. J. H., Martínez, C. G., & Morillas-Ruiz, J. M. (2019). Dietary factors associated with frailty in old adults: a review of nutritional interventions to prevent frailty development. *Nutrients*, 11(1), 102.

Morley, JE; Vellas, B .; Abellan van Kan, G .; Anker, SD; Bauer, JM; Bernabei, R .; Cesari, M .; Chumlea, WC; Doehner, W .; Evans, J .; et al. Consenso de fragilidad: un llamado a la acción. *Mermelada. Medicina. Dir. Asoc.* 2013 , 14 , 392–397.

Ng, TP; Feng, L .; Nyunt, MSZ; Feng, L .; Niti, M .; Tan, BY; Chan, G .; Khoo, SA; Chan, SM; Yap, P .; et al. Intervenciones nutricionales, físicas, cognitivas y combinadas y reversión de la fragilidad entre adultos mayores: un ensayo controlado aleatorizado. *A.m.J. Med.* 2015 , 128 , 1225–1236.

Niccoli, S .; Kolobov, A .; Bon, T .; Rafilovich, S .; Munro, H .; Tanner, K .; Pearson, T .; Lees, la suplementación con proteína de suero SJ mejora los resultados de la rehabilitación en pacientes geriátricos hospitalizados: un ensayo doble ciego, aleatorizado y controlado. *J. Nutr. Gerontol. Geriatr.* 2017 , 36 , 149-165.

Porter Starr, KN; Pieper, CF; Orenduff, MC; McDonald, SR; McClure, LB; Zhou, R .; Payne, YO; Fardos, función mejorada de CW con ingesta mejorada de proteínas por comida: un estudio piloto de reducción de peso en adultos mayores obesos y obesos. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2016 , 71 , 1369-1375.

Salech, M. F., Jara, L. R., & Michea, A. L. (2012). Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(1), 19-29.

Semba, RD; Bartali, B .; Zhou, J .; Blaum, C .; Ko, C.-W .; Fried, LP Las concentraciones bajas de micronutrientes en suero predicen la fragilidad entre las mujeres mayores que viven en la comunidad. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2006 , 61 , 594–599.

Seo DY, Lee SR, Kim N, Ko KS, Rhee BD, Han J. Cambios relacionados con la edad en las mitocondrias del músculo esquelético: el papel del ejercicio. *Integr Med Res.* 2016; 5: 182–186.

Smit, E .; Inviernos-piedra, km; Loprinzi, PD; Tang, AM; Crespo, CJ Un estado nutricional más bajo y una mayor insuficiencia alimentaria en adultos estadounidenses mayores frágiles. *Br. J. Nutr.* 2013 , 110 , 172-178.

Strike, SC; Carlisle, A .; Gibson, EL; Dyall, SC Un suplemento de alto contenido de ácidos grasos omega-3 y multi-nutrientes beneficia la cognición y la movilidad en mujeres mayores: un estudio piloto aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2016 , 71 , 236–242.

Takehima N, Rogers ME, Islam MM, Yamauchi T, Watanabe E, Okada A. Efecto del entrenamiento con ejercicios aeróbicos y de circuito de resistencia concurrentes sobre la condición física en adultos mayores. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 93: 173–182.

Talegawkar, SA; Bandinelli, S .; Bandeen-Roche, K .; Chen, p .; Milanesechi, Y .; Tanaka, T .; Semba, RD; Guralnik, JM; Ferrucci, L. Una mayor adherencia a una dieta de estilo mediterráneo se asocia de manera inversa con el desarrollo de la fragilidad en hombres y mujeres ancianos que viven en la comunidad. *J. Nutr.* 2012 , 142 , 2161–2166.

Wu, S .; Ms, LH; Hsu, C .; Hsieh, T .; Ms, SS; Ms, YP; Guo, T .; Kang, Y. La educación dietética con vajilla personalizada y complementos alimenticios puede reducir la fragilidad y mejorar el bienestar mental en las personas de edad avanzada: un estudio controlado aleatorio, simple ciego. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2018 , 27 , 1018-1030.

Yan Z, Lira VA, Greene NP. Ejercicio inducido por el entrenamiento de la regulación de la calidad mitocondrial. *Exerc Sport Sci Rev.* 2012; 40: 159–164.

Yarla, NS; Polito, A .; Peluso, I. Efectos del aceite de oliva en TNF- α e IL-6 en humanos: implicaciones en la obesidad y la fragilidad. *Endocr. Metab. Enfermedad inmune Objetivos de drogas* 2017, 18, 63–74.

Yoo, S. Z., No, M. H., Heo, J. W., Park, D. H., Kang, J. H., Kim, S. H., & Kwak, H. B. (2018). Role of exercise in age-related sarcopenia. *Journal of exercise rehabilitation*, 14(4), 551–558.