

# PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA UN PACIENTE CON SARCOPENIA

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL  
DEPORTE. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE  
ELCHE. TRABAJO FIN DE GRADO.

Alumno: Mario Pascual de Riquelme Espín

Tutor: Vicente Javier Beltrán Carrillo



## ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Objetivos	5
3. Procedimiento de búsqueda	5
4. Justificación para la intervención a través de un programa de actividad física para personas con sarcopenia	5
5. Evidencias científicas sobre el entrenamiento de fuerza en personas mayores	6
6. Descripción del caso	9
7. Programa de actividad física	10
7.1 Mesociclo de familiarización y acondicionamiento	11
7.2 Mesociclo de fuerza – resistencia	12
7.3 Mesociclo de hipertrofia	12
7.4 Mesociclo de fuerza máxima	14
7.5 Mesociclo de potencia	16
7.6 Programa de flexibilidad	16
8. Conclusiones	17
9. Referencias	18

### 1. INTRODUCCIÓN

Las previsiones demográficas indican que existe una gran disminución de la fertilidad y de mortalidad, lo cual, unido a la reducción de la natalidad, significa que habrá un envejecimiento de la población importante debido a que la longevidad de las personas será mayor con el paso del tiempo. Como consecuencia de esto, la población mundial seguirá creciendo y habrá superado los 9.000 millones en 2050, pero este crecimiento será menos marcado en las regiones más desarrolladas. La mitad del aumento de la población será debido al incremento de la población mayor de 60 años, mientras que el número de niños (menores de 15 años) sufrirá un descenso (ONU, 2006). La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que en el 2025, habrá un total de cerca de 1,2 mil millones de personas de más de 60 años y para el año

2050, habrá dos mil millones de personas que superen esa edad (Caro, Soto y Millán. 2015). Estos datos se traducen en que la población mundial, en general, tiene una esperanza de vida mayor y que va en aumento. Por tanto, la prevalencia de todo tipo de enfermedades y síndromes geriátricos, entre los que se encuentra la sarcopenia, será mayor. En definitiva, mantener la independencia, la calidad de vida, una funcionalidad alta y una buena salud es crucial para las personas mayores, por lo que se presenta como algo esencial para el sistema sanitario público desarrollar estrategias para incrementar el tiempo de independencia del que disponen las personas mayores con el paso de los años (Goisser et al. 2015). Como consecuencia del envejecimiento se produce una pérdida de masa muscular y de fuerza, algo que parece inevitable cuando alcanzamos cierta edad. Esta pérdida de masa muscular comienza a producirse a partir de un rango de edad situado entre los 30 y los 50 años de edad (1-2% cada año) (Cruz-Jentoft et al. 2010). A partir de los 50 años, la pérdida de fuerza y masa muscular acelera de manera considerable, llegando a ser superior al 50% en cuanto a masa muscular a partir de los 80 años de edad (Cruz-Jentoft et al. 2010; Walston. 2012). Aunque hay estudios que indican la posibilidad de que comience incluso antes, y se estima que el porcentaje aumenta hasta alcanzar valores de un 30-50% en individuos situados en un rango de edad comprendido entre los 40 y los 80 años (Patel et al. 2013). Además, junto a este declive en la masa magra, encontramos una pérdida de fuerza que presenta un ratio de pérdida incluso mayor al de la masa muscular y que no se relaciona de manera lineal con ésta (Cruz-Jentoft et al. 2010). Se estima que a partir de los 50 años se observan pérdidas de hasta un 1.5% anual y, a partir de los 60 años aproximadamente, se pueden apreciar pérdidas de un 3% anual de fuerza muscular, la cual es mayor en las extremidades inferiores y afecta en mayor medida a las mujeres con respecto a los hombres si hablamos de valores relativos (Zembron – Lancy, Dziubek, Rogowski, Skorupka y Dabrowska. 2013; Cruz-Jentoft et al. 2010). En cambio, si hablamos en términos absolutos, estos ratios de pérdida son incluso mayores en personas sedentarias y el doble en hombres que en mujeres, sin embargo, esto se debe a que de media los hombres presentan mayor fuerza y masa muscular, por tanto el descenso en valores absolutos es mucho mayor y a esto hay que añadirle el hecho de que su esperanza de vida es menor (Zembron – Lancy et al. 2013; Cruz-Jentoft et al. 2010).

El término de sarcopenia fue acuñado por I.H. Rosenberg en 1989, el cual procede de dos palabras de origen griego: sarx (músculo) y penia (pérdida) (Cruz-Jentoft et al. 2010). Podemos definir la sarcopenia como un síndrome multifactorial caracterizado por una pérdida involuntaria, progresiva y generalizada de masa muscular que desemboca en una disminución de la fuerza y funcionalidad física que conlleva un riesgo de aparición de consecuencias negativas para la salud: discapacidad, alto riesgo de caídas y fracturas, dificultad para desempeñar actividades de la vida diaria, problemas de movilidad, pérdida de independencia, incremento del riesgo de muerte, mayor coste sanitario y, como suma de todos los anteriores, menor calidad de vida; todo esto conduce a un aumento del riesgo de muerte (Cruz-Jentoft et al. 2011). Es importante remarcar que la fuerza no solo depende de la cantidad de masa muscular, ya que su relación no es lineal. De modo que definir la sarcopenia únicamente en términos de masa muscular se quedaría demasiado corto a la hora de entender y poder trabajar en la prevención y manejo de este síndrome. Entre los mecanismos o factores que favorecen la aparición de la sarcopenia encontramos los siguientes: endocrinos, metabólicos y neurodegenerativos. La suma de estos mecanismos acaba afectando a la síntesis de proteínas,

(reducida), la proteólisis (aumentada), la integridad neuromuscular o a la cantidad de masa magra entre otros (Cruz-Jentoft et al. 2010). En cuanto a los mecanismos neurodegenerativos, encontramos un descenso considerable en el número de motoneuronas alfa, una reducción del tamaño en las áreas terminales donde se llevan a cabo las sinapsis y también en el número de vesículas sinápticas. A todo esto hay que añadirle el hecho de que con el paso del tiempo se necesitarán mayor cantidad de neurotransmisores para llevar a cabo las sinapsis y el deterioro de las vainas de mielina (Lang et al. 2009), lo cual reducirá significativamente el número de uniones neuromusculares junto con la velocidad de transmisión de la información. En segundo lugar encontramos una alteración del sistema hormonal, que incluye hormonas implicadas en los procesos tanto anabólicos como catabólicos del sistema muscular como el factor de crecimiento insulínico (TGF – 1), la hormona de crecimiento, la testosterona o los estrógenos; un descenso en los niveles séricos de estas hormonas provoca una menor síntesis de proteínas por parte del organismo o dificultan la inhibición de moléculas catabólicas como es el caso de la interleucinas (IL-1 o la IL-6) (Lang et al. 2009; Cruz-Jentoft et al. 2010). En tercer lugar, encontramos mecanismos de carácter metabólico relacionados en gran medida con el envejecimiento. Por un lado, tenemos los radicales libres, los cuales son generados de manera natural con el metabolismo de las células o por varias respuestas fisiológicas y que acaban generando una disfunción mitocondrial entre otras consecuencias (Lang et al. 2009; (Petersen y Smith. 2015). Por otro lado, tenemos la inflamación crónica, que es un proceso necesario para el correcto funcionamiento del organismo, pues actúa como respuesta inmune contra infecciones y lesiones de los tejidos, además de ser esencial para que se lleven a cabo otras tantas respuestas inmunes. Sin embargo, tras la reparación del daño producido, la respuesta inflamatoria rompe la homeostasis de células que no habían sido dañadas o afectadas, lo cual provoca los efectos adversos (Petersen y Smith. 2015). A estos dos factores hay que añadir un tercero que también juega un papel muy importante en la aparición de la sarcopenia y que aparece como consecuencia de ambos: la apoptosis. La apoptosis es un proceso que provoca la muerte celular programada por el propio organismo, con el fin de autocontrolar su desarrollo y crecimiento, haciendo posible la destrucción de células dañadas y evitando así la aparición de enfermedades como el cáncer; se ha demostrado que la apoptosis se correlaciona con las medidas de masa muscular en personas mayores (Marzetti et al. 2012). Por último, existen otros mecanismos que también contribuyen a la sarcopenia, pero que son dependientes en mayor medida del estilo de vida que adoptan las personas, tales como el nivel de actividad física diaria, la nutrición (calorías ingeridas, porcentaje de proteínas diarias en la dieta, etc.) o la aparición de enfermedades con síntomas parecidos a la sarcopenia como puede ser el caso de la cachexia (síndrome metabólico asociado con enfermedades subyacentes y caracterizado por una pérdida de masa muscular con o sin pérdida de masa grasa) (Cruz-Jentoft et al. 2010).

El sistema músculo esquelético es esencial para el movimiento o desplazamiento del cuerpo humano, mantener la estabilidad, el metabolismo de la glucosa y, en definitiva, la homeostasis general del organismo, pues supone casi la mitad del peso corporal del ser humano. Es por esto que cualquier deterioro en el componente contráctil del músculo o en sus propiedades metabólicas tiene un gran impacto sobre la salud. Por esta razón es de vital importancia retrasar la aparición de este cuadro clínico durante el mayor tiempo posible (Zembron – Lancy et al. 2013; (Lang et al. 2009). La pérdida de masa muscular referente al

envejecimiento afecta tanto a unidades motoras lentas como rápidas, aunque con una mayor pérdida en las rápidas. Además, la atrofia de las fibras, o pérdida de sección transversal, se produce fundamentalmente en las fibras rápidas (tipo II) de carácter glucolítico. Las fibras que quedan desinervadas son reinervadas de nuevo por otras unidades motoras, cambiando las características de la fibra que finalmente se adapta a las propiedades de la unidad motora que la ha acogido. Como resultado, el porcentaje total del área de sección trasversal del músculo queda ocupado en su mayoría por fibras tipo I (Lang et al. 2009).

La prevalencia de la sarcopenia es difícil de precisar debido a las diferentes definiciones escogidas para llevar a cabo los estudios así como la gran variedad de métodos para realizar la medición de los criterios de diagnóstico y la variabilidad en las muestras poblacionales tanto para realizar las mediciones como aquellas muestras que se toman como referencia para comparar los resultados. La prevalencia de la sarcopenia varía considerablemente entre los diferentes estudios (con un rango que parte del 10% hasta el 50%) y es difícil de comparar datos debido a que tanto los métodos empleados como los criterios de diagnóstico son a menudo diferentes (Legrand, Vaes, Matheï, Swine y Degryse. 2013); Patel et al. 2013). Sin embargo, la mayor esperanza de vida ha provocado un aumento en el número de personas afectadas, lo cual pone en peligro la independencia y calidad de vida de la población mayor de 65 años (Peterson, Rhea, Sen y Gordon. 2010). Es de vital importancia conocer los datos de prevalencia con la mayor precisión posible debido al impacto tanto clínico como económico que tiene para la sociedad y en concreto para las personas mayores. La sarcopenia supuso un gasto de 18.000 millones de dólares en Estados Unidos en el año 2000 (Zembron – Lancy et al. 2013). Esta estimación se hizo en base a los gastos directos de la sarcopenia, incluyendo el trato hospitalario, el trabajo una vez que la persona recibe el alta médica y los cuidados en casa. Sin embargo, no se valoró el gasto indirecto que supuso el descenso en la productividad de las personas empleadas (Zembron – Lancy et al. 2013). La sarcopenia aumenta el riesgo de deterioro funcional y discapacidad hasta dos veces en hombres y tres veces en mujeres. Pese a todo, encontramos valores promedio que permiten estimar que la sarcopenia afecta a un 5 – 13% de la población de entre 60 y 70 años (Haehling, Morley y Stefan. 2010). Este número aumenta hasta valores de entre 11 -50% para aquellas personas con edades a partir de 80 años en adelante (Haehling et al. 2010).

En 2009, la European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) desarrolló una definición, unos criterios de diagnóstico, categorías y estados de la sarcopenia. Este grupo está integrado por miembros de 4 organizaciones como la "European Geriatric Medicine Society", la "European Society for Clinical Nutrition and Metabolism", la "International Association of Gerontology and Geriatrics – European Regions" y la "International Association of Nutrition and Aging" (Zembron – Lancy et al. 2013; Cruz-Jentoft et al. 2010). Una vez definida la sarcopenia, es necesario que conozcamos los criterios para su diagnóstico tomando como referencia los criterios aportados por la "European Working Group on Sarcopenia in Older People" (EWGSOP). Enumeraron tres criterios: bajos niveles de masa muscular (1), bajos niveles de fuerza muscular (2) y pobre rendimiento físico (3). El diagnóstico está basado en la presencia del criterio número 1, el cual es imprescindible, junto con la presencia de, al menos, uno de los dos criterios restantes o ambos a la vez (Cruz-Jentoft et al. 2010; Haehling et al. 2010).

## **2. OBJETIVOS**

- Revisar y analizar la literatura existente con el fin de elaborar un programa de actividad física para un paciente con sarcopenia diagnosticada, basado en evidencias científicas.
- Seleccionar las técnicas de medida más adecuadas para evaluar el efecto del programa de entrenamiento realizado.
- Determinar qué tipo de suplementación nutricional es beneficiosa para poder aportar unas premisas básicas a los pacientes que lleven a cabo el programa de actividad física elaborado.

## **3. PROCEDIMIENTO DE BÚSQUEDA**

La información que aquí se presenta ha sido obtenida mediante una revisión de bibliografía específica procedente de dos fuentes principales como son las bases de datos Pubmed y Dialnet. Las palabras clave empleadas al comienzo de la búsqueda fueron ``sarcopenia``, ``elderly`` y ``exercise`` sin la utilización de ningún filtro, pero tras una primera exploración se tomó la decisión de utilizar las siguientes palabras clave de manera definitiva: ``sarcopenia``, strength training``, ``elderly`` y physical activity``. Aparecieron un total de 222 artículos sin ningún tipo de filtro establecido. En primer lugar se estableció un filtro para que los artículos aparecidos fueran de acceso libre y con texto completo (73) y, finalmente, se cerró la búsqueda especificando que aparecieran tanto revisiones como estudios originales (51). Finalmente se han seleccionado 28 artículos para el texto principal. En cuanto a la base de datos ``dialnet``, no se encontró demasiada información disponible, por lo que el porcentaje de información obtenida es muy bajo.

Se han establecido una serie de criterios de inclusión para seleccionar los artículos que serán escogidos como más validos para trabajar con su información. Estos criterios son: que los artículos seleccionados no sean excesivamente antiguos (20 años como máximo) con las posibles excepciones en las que el método o la información encontrada sean considerados de utilidad, que aparezca información sobre cómo debe ser un programa de actividad física para personas con sarcopenia, que utilicen una definición junto con unos criterios de diagnóstico similares para evitar resultados de gran variabilidad y, por último, que la actividad física esté correctamente controlada y evaluada. Debido a la gran variabilidad en cuanto a métodos y muestras poblacionales, se ha tomado la decisión de obtener la información referente a la sarcopenia en sí utilizando revisiones científicas como base principal. Finalmente, entre los criterios de exclusión encontramos los siguientes: que no se disponga de acceso al texto completo, que se muestre el procedimiento pero no los resultados obtenidos y que las metodologías empleadas no tengan una base científica sobre la que apoyarse.

## **4. JUSTIFICACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN A TRAVES DE UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA PERSONAS CON SARCOPENIA Y RECOMENDACIONES GENERALES**

La sarcopenia empeora con un estilo de vida sedentario debido al desuso muscular, provocando una mayor y más rápida pérdida de masa muscular. Los adultos mayores pertenecen a un grupo de población en el que prevalece el sedentarismo, por lo que la actividad física (en especial el trabajo de fuerza), junto con la nutrición adecuada, se presenta

como el principal medio no farmacológico para prevenir y disminuir los efectos de la sarcopenia en este grupo de personas (Montoro, Montilla, Aguilera y Checa, 2015). Las personas mayores que se mantienen activas tienen un reducido riesgo de sufrir caídas y de muerte por accidente cardiovascular en comparación con las personas sedentarias de su mismo rango de edad. Pese a no haber mantenido un estilo de vida activo durante la juventud en cuanto a la práctica de actividad física regular, empezar un programa de entrenamiento tarde en la vida puede reducir considerablemente los factores de riesgo (Montoro et al. 2015; Cvecka, Tirpakova, Sedliak, Kern, Mayr y Hamar. 2015). Para las personas mayores se recomienda un programa de actividad física que incluya un entrenamiento de carácter concurrente, es decir, que se trabajen de manera simultánea diferentes variables de la condición física (Yelmokas Mcdermott, A., y Mernitz H. 2006; Cvecka et al. 2015), con el objetivo de abarcar el mayor número de resultados posibles para la salud y para favorecer la adhesión al programa debido a su mayor atractivo. También es de vital importancia la comunicación entre deportista y entrenador, especialmente a través de la realización conjunta de la toma de decisiones y el establecimiento de objetivos a corto, medio y largo plazo, lo cual aumenta el nivel de satisfacción del deportista y contribuye a la mejora de resultados clínicos (Yelmokas Mcdermott, A., y Mernitz H. 2006).

Existen evidencias de que incluso con una pequeña cantidad de actividad física se pueden conseguir efectos beneficiosos para la salud, aunque una cantidad superior, alrededor de 300 minutos por semana de ejercicio físico general, es siempre mejor; además, como mínimo, una sesión debe durar 10 minutos de ejercicio continuado. Las recomendaciones generales hablan de escoger entre realizar 300 minutos de ejercicio físico moderado, 150 minutos de trabajo vigoroso o una combinación equilibrada de ambas intensidades y minutos. La Organización Mundial de la Salud recomienda un trabajo de fuerza 2 o más días a la semana con el objetivo de trabajar los grandes grupos musculares. Además, es importante que las personas mayores con una movilidad limitada hagan hincapié en el trabajo del equilibrio alrededor de 3 días por semana para reducir el riesgo de sufrir caídas (Cvecka et al. 2015). El "American College of Sport Medicine (ACSM) junto con la "American Heart Association" (AHA) publicaron recomendaciones algo más específicas. Para actividades aeróbicas establecieron 30 minutos de intensidad moderada 5 veces por semana o 20 minutos de intensidad vigorosa con una frecuencia de 3 veces por semana, con la posibilidad de combinar ambas intensidades durante al menos 10 minutos. Con respecto al entrenamiento de fuerza encontramos que debe ser incluido 2 veces por semana involucrando entre 8 y 10 ejercicios y con un volumen de 1-2 series de 10-15 repeticiones por ejercicio (Cvecka et al. 2015).

## **5. EVIDENCIAS CIENTÍFICAS SOBRE EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN PERSONAS CON SARCOPENIA**

El entrenamiento de la fuerza es el método más eficaz a la hora de combatir y prevenir la sarcopenia en las personas mayores provocando respuestas adaptativas positivas tanto a nivel funcional (fuerza y potencia) como estructural (hipertrofia). Además, está considerado un método bien tolerado y seguro para las personas mayores con esta condición (de Souza Vasconcelos, Dias, Caixeta de Araujo, Pinheiro, Maia y Dias. 2014;). Durante esta revisión hemos podido comprobar que las personas mayores son capaces de conseguir incrementos en cuanto a fuerza y masa muscular cuando son sometidas a programas de entrenamiento que incluyan al menos el trabajo de fuerza. Existe una fuerte relación entre las mejoras de fuerza y

el rendimiento funcional en las tareas de la vida cotidiana (Hanson et al. 2009; Steib, Schoene y Pfeifer. 2010; Reid et al. 2015). En consonancia con lo anteriormente comentado, existe un consenso a la hora de afirmar que los cambios neuromusculares están directamente relacionados con la pérdida de movilidad y funcionalidad, afectando a la independencia y calidad de vida de las personas mayores (especialmente en aquellas tareas para las que se necesita cierta cantidad de fuerza para poder llevarlas a cabo). Varios estudios muestran que la potencia muscular de las piernas produce una mayor diferencia en cuanto a la funcionalidad física que la mostrada por la fuerza absoluta en mujeres y hombres ancianos. En ausencia de mediciones de potencia, la fuerza en solitario ha sido un predictor significativo en el rendimiento de tareas funcionales y en otros tests como la velocidad de marcha o "chair raise", en los cuales obtuvieron tiempos más lentos aquellos sujetos que mostraron una menor fuerza en las piernas y mayor porcentaje de masa grasa. Sin embargo, la masa grasa fue un mayor predictor para la discapacidad física que el déficit de fuerza (Hanson et al. 2009).

La mayoría de personas mayores tienen poca o ninguna experiencia en el entrenamiento de fuerza y mantienen un estilo de vida sedentario, por tanto comenzar con cargas ligeras es interesante y necesario en estos casos tanto para lograr una familiarización (técnica, uso de máquinas, etc.) como para aprovechar al máximo las ganancias inducidas por cada porcentaje de carga de acuerdo con la reserva de adaptación, término adecuado para emplear en deportistas en período de iniciación. Las ganancias de fuerza son particularmente altas en las primeras 8 – 10 semanas de entrenamiento, hecho que no se atribuye a la hipertrofia muscular sino que lo hace principalmente a las adaptaciones neuromusculares. Por tanto, aunque intensidades altas o moderadas son necesarias para conseguir hipertrofia, comenzar los programas con bajas intensidades es necesario para aprovechar las mejoras neuromusculares iniciales (Pfeifer et al. 2010). Existe un límite a partir del cual por mucho que sigamos mejorando los niveles de fuerza, no se traducirá en mayor rendimiento funcional según ciertos datos obtenidos del meta – análisis realizado por Steib et al. 2010, aunque no sabemos en qué punto se encuentra para cada persona; además, en el caso de pacientes con sarcopenia, es necesario usar intensidades altas para combatir las consecuencias principales de la sarcopenia, lo cual se consigue mediante el aumento de masa y fuerza muscular. Por esto, es necesario incluir el trabajo de hipertrofia y de fuerza máxima (con precaución y siempre que esta intensidad sea tolerada por el paciente); es posible que los incrementos de fuerza producidos por intensidades moderadas o ligeras sean suficientes para alcanzar dicho límite de rendimiento funcional en ciertas personas con limitaciones físicas muy importantes que le impidan trabajar con intensidades más altas o que simplemente estén empezando con un programa de fuerza. Con esto, lo que pretendo decir es que alcanzar una funcionalidad física en actividades de la vida diaria no requiere de un gran estado de forma físico por lo que dicha funcionalidad puede ser alcanzada con relativa facilidad sin la necesidad imperiosa de usar cargas muy grandes; pero en personas con sarcopenia encontramos dos consecuencias además de la pérdida de funcionalidad como son la pérdida de masa muscular y de fuerza, las cuales pueden acarrear otras consecuencias más allá de la funcionalidad en la vida cotidiana y que irán incrementando con el tiempo si no aplicamos cargas que supongan estímulos suficientes. Pese a todo, la gran mayoría de estudios existentes en la literatura sobre este aspecto coinciden en que los programas de fuerza con intensidades altas (Peterson et al. 2010; Mayer et al. 2011). (70% - 80% de 1RM o superiores) son más efectivos para combatir la

sarcopenia y no suponen riesgos para esta población. Esto justifica el empleo de porcentajes de carga altos para contrarrestar con garantías los efectos de este síndrome. Por último, aquellos estudios en los que no se encontraron diferencias significativas comparando intensidades bajas con intensidades altas tenían una duración media de 12 o 16 semanas en su mayoría, lo cual puede indicar que esta igualdad sea consecuencia de la poca duración de los programas; por lo tanto, las mejoras resultan ser similares por tratarse de las ganancias iniciales propias de quien comienza un programa de fuerza.

En personas mayores con obesidad, este tipo de ejercicio puede producir pérdida de peso y ganancias de masa muscular, mejorando de este modo la composición corporal y actuando como medio de prevención para evitar un empeoramiento del proceso de sarcopenia. Además, puede detener el desarrollo de la obesidad sarcopénica reduciendo los niveles de citoquinas inflamatorias. Un entorno acuático puede ser más adecuado para que las personas mayores se ejerciten, especialmente por presentar más seguridad y comodidad. Para las personas con obesidad, la actividad física en el agua minimiza el impacto de las articulaciones y facilita los movimientos. Algunos estudios encontraron beneficios significativos del ejercicio en el agua en cuanto a rendimiento muscular y capacidad funcional de las personas mayores, pero ellos usaban una combinación de entrenamiento aeróbico y de fuerza. Estos autores sugieren que el entrenamiento de fuerza en el medio acuático proporciona ganancias menores en comparación con el entrenamiento de fuerza en seco (de Souza Vasconcelos et al. 2014).

La potencia es una expresión concreta de la fuerza, cuya principal característica es la velocidad a la que se realiza la contracción muscular o se levanta el peso correspondiente, la cual es máxima y se alcanza de manera voluntaria por el sujeto. La potencia muscular descende antes en comparación con la fuerza muscular (máxima fuerza que puede generar un músculo). Además de descender más rápido que la fuerza, las pérdidas de potencia son un 10% superior de media por cada década. (Pfeifer et al. 2010; (Reid, Callahan, Carabello, Phillips, Frontera y Fielding. 2008). La potencia tiene una mayor influencia que la fuerza en cuanto al mantenimiento de una movilidad adecuada a la hora de realizar cualquier tipo de actividad en personas mayores y muestra una correlación más alta que cualquier otra manifestación de la fuerza para mejorar la funcionalidad física de las personas mayores (Pfeifer et al. 2010). La velocidad con la que una persona mayor responde ante cualquier imprevisto de la vida cotidiana, como pisar el pedal de freno a tiempo para evitar una colisión o reaccionar ante un desequilibrio para evitar una caída, es de vital importancia para la seguridad de estas personas. Las caídas en las personas mayores suponen un problema de salud público muy importante debido a su gran prevalencia y a las severas consecuencias que conllevan. Aproximadamente, el 95% de las fracturas de cadera son asociadas a una caída cada año, y el 20% – 30% de esas caídas provocan una fractura de cadera que desemboca en la muerte de esa persona en el período de un año. La fuerza, y más concretamente, la potencia, son importantes para el mantenimiento del equilibrio. Por esto, se habla de la mayor influencia de la potencia muscular en los miembros inferiores a la hora de prevenir las caídas en personas mayores debido a que ayuda a recuperar el equilibrio tras sufrir cualquier perturbación externa. De hecho, las personas que sufren una caída presentan menor potencia muscular en las piernas que aquellos que no han sufrido una caída (Pamukoff, Haakonssen, Zaccaria, Madigan, Miller y Marsh. 2014).

Los valores de potencia muscular en el tren inferior suponen un gran predictor en cuanto al rendimiento físico, funcionalidad a la hora de moverse y en riesgo de caídas entre las personas mayores (relación es inversa). De hecho, en un estudio se observó como un programa progresivo de fuerza con altas cargas y con alta velocidad (POW) resulta en el doble de incremento en la potencia muscular de mujeres mayores con movilidad limitada (valorada según su percepción) en comparación con un entrenamiento de fuerza con altas cargas tradicional ejecutado con velocidades de contracción bajas (SRT) (Reid et al. 2008). El entrenamiento basado en altas velocidades de contracción se presenta como un método seguro, factible y eficaz para incrementar la potencia muscular en las extremidades inferiores de las personas mayores. Esta metodología se basa en realizar la fase concéntrica de la contracción a la máxima velocidad posible (Reid et al. 2015). Cuando se han comprado potencia y fuerza muscular, sólo los cambios en la potencia fueron correlacionados de manera significativa con la función física. En estudios donde se empleó un entrenamiento de potencia (alta velocidad) se comparó con un entrenamiento de fuerza tradicional, los sujetos del grupo de potencia mostraron mejor puntuación en la puntuación de tests en los que se medía la funcionalidad y rendimiento físico, a pesar de acumular un trabajo total menor. El entrenamiento de potencia consigue mayores ganancias en adaptaciones neurales que el entrenamiento convencional, lo cual es muy interesante para estas personas, pues también se consiguen ganancias (menores) en cuanto a hipertrofia, pero como hemos visto, la potencia es lo que va a permitir a estas personas desempeñar con mayor eficacia y seguridad distintas situaciones de la vida cotidiana y reaccionar ante cualquier desequilibrio que pueda provocar una caída. (Reid et al. 2015). El rango de intensidad utilizado en la literatura para el trabajo de potencia ha variado entre un 30% y un 80% de 1RM y se han obtenido mejoras significativas en la gran mayoría. Sin embargo, la intensidad más utilizada ha sido el 70% con una duración media de los programas de 6 a 16 semanas y con un volumen medio de 3 series de 8 – 10 repeticiones (Pamukoff et al. 2014; Reid et al 2008; Reid et al. 2014).

## **6. DESCRIPCIÓN DEL CASO**

Se trata de un varón de 68 años con un índice de masa corporal de superior a 30, diagnosticado con sarcopenia. Presenta una disponibilidad que le permite trabajar con nosotros en horario de tardes entre semana y de jornada completa en fin de semana. No participa en un programa de actividad física regular desde hace más de 5 años y su estilo de vida es sedentario. Por último, no presenta enfermedades crónicas, a parte de la obesidad, que le limiten especialmente a la hora de comenzar a trabajar con él. Por tanto, estamos ante un caso de obesidad sarcopénica.

Tanto la sarcopenia como la obesidad suponen un gran riesgo para la salud por separado, pero cuando se presentan combinadas se produce una sinergia negativa que provoca el aumento de dicho riesgo. En función de la definición empleada, la prevalencia de obesidad sarcopénica se estima entre un 4% y un 20%. Según datos obtenidos del tercer "National Health and Nutrition Examination Survey" (NHANES III), la estimación en cuanto a prevalencia de obesidad sarcopénica es del 18% en mujeres y del 43% en hombres (Goisser et al. 2015). Los depósitos de grasa visceral producen adipocinas inflamatorias, por lo que el proceso de inflamación crónica es una de las características de la obesidad. Esto tiene un efecto catabólico sobre la masa muscular y por esto, los sujetos con obesidad son más susceptibles de perder

masa muscular, especialmente cuando están siendo sometidos a un régimen de pérdida de peso. Además, con el envejecimiento se produce un cambio progresivo de masa magra a masa grasa debido a la infiltración de ésta última en el tejido muscular. Estos cambios internos conducen de nuevo a cambios en la funcionalidad muscular. Las mujeres son las que presentan mayor riesgo de padecer obesidad sarcopénica debido a que tienen una menor cantidad de masa y fuerza muscular de base y presentan una mayor tendencia a acumular masa grasa (Goisser et al. 2015).

## **7. PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA**

Para combatir la obesidad sarcopénica hay dos métodos aparentemente contradictorios que necesitamos llevar a cabo: ganancia de masa muscular mientras que se produce una pérdida de peso (grasa), es decir, es necesario llevar a cabo un programa de actividad física junto con una dieta sometida a cambios constantes para combatir el problema de la obesidad de forma efectiva (Goisser et al. 2015). Por tanto, el programa de actividad física estará enfocado al trabajo de fuerza con el objetivo de obtener ganancias de masa y fuerza muscular, pues se ha demostrado que es el método más efectivo para el manejo de la sarcopenia. Además, también se integrarán otras cualidades físicas como la capacidad cardiovascular a través de trabajo aeróbico, pues necesitaremos reducir los niveles de grasa corporal del paciente no solo para combatir de manera directa la obesidad como síndrome particular, sino porque los niveles de grasa excesivos reducen los procesos anabólicos y esto se traduce en una menor síntesis de proteínas en el músculo esquelético. Por último, trabajaremos la flexibilidad, mediante estiramientos seleccionados en función de los ejercicios y grupos musculares ejercitados en el programa, con el objetivo de optimizar el rango de movimiento de cada grupo muscular o articulación para conseguir un mayor estímulo sobre las fibras musculares. Además, el trabajo de flexibilidad regular puede aumentar el umbral del órgano tendinoso de Golgi, lo cual se traduciría en un aumento del 1RM.

Los ejercicios se llevarán a cabo principalmente en máquinas con el objetivo de mantener la seguridad del participante, pues el peso libre requiere de una técnica más compleja mientras que el movimiento de una máquina es guiado en todo momento. Con el paso de las semanas, y en función del estado del participante, se valorará la posibilidad de incorporar ciertos ejercicios con multipower o con poleas para aprovechar las ventajas que nos puede ofrecer esta alternativa. De acuerdo con el principio de progresión, las cargas (estímulos) irán incrementando gradualmente en función de las valoraciones que llevemos a cabo. En este punto, entra en juego otro concepto, llamado "reserva de adaptación", basado en la aplicación de las cargas adecuadas para provocar el mínimo estímulo que nos permita producir mejoras con la intención de disponer de más cargas disponibles que acabarán aportándonos una mayor cantidad de beneficios en conjunto pese a conseguirlos de una forma más tardía.

El programa de entrenamiento tendrá una duración de 44 semanas, debido a que los estudios revisados planteaban programas de entre 12 y 16 semanas de media y, la gran mayoría, concluían que una de sus limitaciones más importantes ha podido ser la corta duración de sus programas. Tanto las sesiones de entrenamiento semanales como el volumen y la intensidad de las cargas irán variando con el paso de las semanas en función de los objetivos marcados. Los ejercicios principales a realizar son: press de pecho, remo, dorsal,

prensa horizontal, press de hombro, fondos de tríceps en máquina, bíceps en máquina Scott, extensión de rodilla, curl de rodilla, gemelo, sóleo, abducción/adducción de cadera, crunch abdominal, extensión lumbar y tabla frontal o lateral. A lo largo del programa se pueden introducir otros ejercicios en función del progreso obtenido por el sujeto.

Antes de comenzar el programa de entrenamiento, el sujeto será sometido a un test de evaluación inicial para obtener referencias que nos permitan determinar su capacidad funcional mediante el "Short Physical Performance Battery" (SPPB), el cual consta de tres test que nos permiten valorar el equilibrio estático, la velocidad para caminar y la capacidad para levantarse de una silla (0-4 puntos por prueba), podremos valorar al final del programa si se han producido mejoras significativas a nivel funcional con la comparación del resultado obtenido en el test inicial. Los resultados obtenidos en esta batería de test, poseen un alto valor predictivo para conocer la posibilidad de padecer discapacidad, ingreso en centros de dependencia o incluso de muerte (Reid et al. 2015). La valoración del RM se realizará de manera indirecta mediante la fórmula de Brzycki ( $\%1RM = 102.78 - 2.78 \times \text{repeticiones}$ ) con un test de 10 RM una vez durante cada mes (aproximadamente) para ajustar las cargas en función del progreso obtenido. Realizaremos un test de valoración de 1RM para aquellos grupos musculares y ejercicios con mayor correlación en cuanto a funcionalidad física (extensiones de pierna, prensa, press de pecho) al finalizar cada ciclo fuerza a partir del mesociclo de hipertrofia; si podemos disponer de máquinas isocinéticas, sería muy interesante medir los valores de potencia de las extremidades inferiores siguiendo el mismo calendario que las valoraciones de fuerza máxima. Además, pasaremos un cuestionario para medir la salud y la calidad de vida del paciente al inicio y al final del programa: Medical Outcomes Study Short Form Questionnaire – SF – 36. La capacidad aeróbica no tendrá valoraciones periódicas debido a que la razón principal por la que incluimos este tipo de ejercicio es la de disminuir el porcentaje de grasa, siendo el entrenamiento de fuerza el aspecto clave del programa. Simplemente valoraremos periódicamente la frecuencia cardíaca en reposo. Todas las sesiones serán supervisadas, pues se ha demostrado que las mejoras obtenidas son mayores si se realizan bajo la supervisión de un profesional de la actividad física (Chalé, Cloutier, Hau, Phillips, Dallal y Fielding. 2012). Cada sesión de fuerza tendrá un calentamiento de 10 minutos de carácter aeróbico. Tras la finalización del programa, el sujeto tendrá un tiempo de reposo aproximado de 15 a 20 días. Una vez finalizado este período volveremos a comenzar de nuevo otro programa de actividad física acorde con la progresión obtenida en este. En caso de que coincida con un periodo largo de vacaciones, le daremos una serie de directrices para no que mantenga el trabajo de fuerza por su cuenta con la incorporación de bandas elásticas o ejercicios con su propio peso corporal, con el fin de preservar su seguridad, pues no estaremos supervisando ese trabajo. Otra posibilidad interesante para mantener el trabajo de fuerza es la natación, pues supone un trabajo de fuerza – resistencia combinado con un componente aeróbico importante. Por último, el trabajo de flexibilidad continuará durante todo el año.

### **7.1 Mesociclo de familiarización y acondicionamiento (semanas 1 – 4)**

Las cuatro primeras semanas del programa serán de acondicionamiento físico destinadas a la familiarización del sujeto con las máquinas y ejercicios, además de para dotar a su sistema musculoesquelético de una base sobre la que trabajar y reducir de este modo el riesgo de lesión. La intención de estas dos semanas es conseguir ligeras mejoras, sobre todo a nivel

neuromuscular, que permitan al paciente afrontar con mayor preparación el inicio del programa, además de comenzar a reducir el porcentaje de grasa a través del ejercicio aeróbico. La frecuencia de entrenamiento será de dos sesiones por semana de entrenamiento en gimnasio y 2 días de caminar rápido durante media hora. Los ejercicios a realizar son: press de pecho, remo, dorsal, prensa horizontal, press de hombro, fondos de tríceps en máquina, bíceps en máquina Scott, extensión de rodilla, curl de rodilla, gemelo, sóleo, crunch abdominal, extensión lumbar y tabla frontal. Estos ejercicios serán distribuidos en dos sesiones. Las sesiones estarán estructuradas de manera que el sujeto completará 2 series de 20 repeticiones de cada ejercicio con una carga que le permite completar las repeticiones de forma cómoda, es decir, sin acercarse al fallo muscular y utilizando el circuito como método de trabajo (2 vueltas). Tras finalizar el trabajo de fuerza, el sujeto realizará 20 minutos de ejercicio aeróbico con la posibilidad de elegir entre bicicleta estática, cinta (andar) o elíptica.

### **7.2 Mesociclo de fuerza – resistencia (semanas 5 -10)**

A partir de este momento es cuando realizaremos las primeras mediciones indirectas del 1RM, la cual se realizará una vez cada mes, y los ejercicios se distribuirán de manera diferente entre sesiones debido al aumento de intensidad progresivo. Durante las cuatro primeras semanas mantendremos las 2 sesiones de fuerza y 2 sesiones de ejercicio aeróbico, pero esta vez aumentaremos hasta 45 minutos el tiempo total e introduciremos tramos de carrera continua al 60% de la FCR (15 minutos andando rápido – 15 minutos de carrera – 15 minutos andando rápido). La intención es reducir cada dos semanas 5 minutos del tiempo destinado a caminar y añadirlo al de carrera, de manera que finalmente realizará 7,5 minutos caminando, 30 minutos corriendo y de nuevo 7,5 minutos caminando. Las sesiones de fuerza estarán estructuradas de la siguiente manera: 3 series de 15 repeticiones sin alcanzar el fallo muscular con una carga equivalente al 60% del RM y con una recuperación de 1 minuto entre series.

Durante las siguientes dos semanas, mantendremos todos los parámetros anteriores sin cambios, excepto en lo referente a la intensidad, la cual aumentará a través del incremento del carácter del esfuerzo que pasará a ser de 15 repeticiones sobre 15 posibles con una carga del 65%. El trabajo aeróbico al final de las sesiones de fuerza se mantendrá a lo largo de estas cuatro semanas. La razón de realizar este trabajo aeróbico en la misma sala de musculación tiene el objetivo de mantener una supervisión (especialmente cuando el sujeto utilice la cinta) que proporcione mayor seguridad, además de acelerar el proceso de pérdida de grasa corporal durante los dos primeros meses de programa. El objetivo es trasladar el trabajo aeróbico a sesiones exclusivas más adelante, debido a que existen ciertas evidencias de que minimiza los procesos de hipertrofia si es aplicado inmediatamente después del trabajo de fuerza.

### **7.3 Mesociclo de hipertrofia (semanas 11 – 23)**

El trabajo de este período estará enfocado principalmente a la consecución de hipertrofia muscular. Durante las primeras semanas de este período añadiremos una progresión hacia el trabajo de la sentadilla, pues se trata de un ejercicio que podría resultar en grandes beneficios para el tren inferior si la ejecución se lleva a cabo correctamente y nunca con la utilización del peso libre. Las sesiones se dividirán en 2 de trabajo aeróbico y 3 de fuerza (una de las cuales enfatizará sobre el componente excéntrico), en las cuales ya no se llevará a cabo el trabajo aeróbico inmediatamente después de su finalización, con el objetivo de optimizar los procesos

de hipertrofia y debido también al aumento de intensidad. La velocidad de ejecución será de 1:2 para las fases concéntrica y excéntrica, es decir, la fase concéntrica se realizará a una velocidad alta, pero sin llegar a la máxima, mientras que la fase excéntrica se hará más lentamente, pero sin enfatizar completamente el carácter excéntrico. Para la sesión dedicada al trabajo más excéntrico el ratio concéntrico/excéntrico será de 1:4. Con la incorporación del trabajo excéntrico pretendemos aumentar el tiempo bajo tensión del músculo y añadir variabilidad al programa. La razón principal por la que incluimos un trabajo excéntrico es debido a que este tipo de contracciones son parte integral de muchos movimientos realizados durante las actividades cotidianas, por el hecho de que producen una desaceleración del movimiento y almacenan energía elástica para preparar o acelerar la fase concéntrica. Además, la contracción excéntrica parece ser de vital importancia para la absorción de las fuerzas ocasionadas en el impacto durante una caída, lo cual, teóricamente, podría reducir el riesgo de sufrir una rotura de cadera. (Roig, MacIntyre, Eng, Narici, Maganaris y Reid. 2010).

Desde la semana 11 hasta la 12, la estructura del trabajo de fuerza será de 3 series de 8 repeticiones sobre 12 posibles con una carga del 70% - 75% y recuperaciones de 90 segundos entre series. Hay que tener en cuenta que no existe una relación fija entre fuerza máxima y número de repeticiones por serie con cada porcentaje. Por tanto, el porcentaje teórico no siempre coincide con las posibilidades reales del sujeto. Cuando alcancemos la semana 12, aumentaremos el número de series hasta 4, pero en este caso las dos primeras seguirán siendo igual (10 repeticiones sobre 12 posibles), en cambio, incrementaremos el número de repeticiones en 12 sobre 12 posibles para las dos últimas series de cada ejercicio y el tiempo de recuperación en 120 segundos. Cuando el sujeto sea capaz de completar la última serie realizando más de 12 repeticiones, significará que habrá disminuido su porcentaje de carga para un mismo peso, por lo que a partir de aquí se incrementará el peso entre 2 y 5 kg (dependiendo del grupo muscular). Cuando se produzca el incremento del peso, y con la intención de dar un descanso tras varias semanas trabajando alcanzando el fallo muscular (especialmente a los sistemas metabólicos y componentes en serie y en paralelo del sistema musculoesquelético) volveremos a realizar una semana de trabajo sin llegar al fallo muscular con el nuevo peso utilizado (3 series de 8 repeticiones sobre 12 posibles) con 90 segundos de descanso. Tras esta semana de descarga, volveremos a repetir el ciclo hasta el fallo muscular hasta que se vuelva a producir la mejora que justifique un nuevo aumento del peso a levantar. Por tanto, en las series donde alcanzamos el fallo muscular, el sujeto estará trabajando en rangos de entre 8 y 12 repeticiones, puesto que durante las semanas iniciales tras aumentar el peso habrá momentos en los que solo sea capaz de completar 8 o 9 repeticiones hasta progresar y poder completar o superar las 12 repeticiones. Con esta metodología se pretende maximizar las ganancias de hipertrofia antes de iniciar el siguiente ciclo, que tendrá un carácter más neural, en el que trabajaremos con cargas cercanas a la fuerza máxima.

En cuanto a las sesiones de ejercicio aeróbico, durante las primeras dos semanas aumentaremos el tiempo de carrera hasta 35 minutos (65% FCR), precedidos por 10 minutos caminando a ritmo elevado. A partir de aquí, y hasta la semana número 18, eliminaremos la marcha y la carrera pasará a ocupar el tiempo completo de la sesión (45 minutos al 65% de la FCR). A partir de aquí, mantendremos la duración con las siguientes intensidades: 10 minutos al 55% - 60%, 20 minutos al 70%, y de nuevo 15 minutos al 60% de la FCR.

Durante la última semana y antes de comenzar a trabajar con cargas del 80% y superiores, llevaremos a cabo un microciclo de fuerza – resistencia. Es necesario proporcionar una descarga en cuanto a peso utilizado para todos los sistemas trabajados hasta ahora que nos permita afrontar de manera óptima las siguientes fases del entrenamiento y reducir así el riesgo de lesiones. Esta descarga será de carácter activo, es decir, no dejaremos de entrenar, pero la intensidad se verá reducida. La velocidad de contracción de las fases concéntrica y excéntrica será alta y sostenida respectivamente. Con esto pretendemos comenzar a estimular la manifestación de potencia aprovechando que trabajaremos con cargas bajas (no superiores al 60% del RM), las cuales favorecen el desarrollo de grandes velocidades en la contracción, y hacer aún más hincapié en el trabajo del componente excéntrico de la fuerza antes de maximizarlo con cargas más altas. En este caso, las sesiones de fuerza estarán estructuradas en series múltiples de 3 o 4 ejercicios con 1 serie de 20 repeticiones sin alcanzar el fallo muscular, los cuales se realizarán sin descanso entre ellos. Los tiempos de recuperación serán de 60 segundos. Con esta estructura, reducimos considerablemente el volumen y la intensidad, con lo que se pretende conseguir optimizar las adaptaciones provocadas por el ciclo de entrenamiento anterior. Durante este período, aprovecharemos para empezar a trabajar con movimientos básicos de fuerza como la media sentadilla y el press de banca en el multipower de cara al trabajo de fuerza máxima.

En cuanto a las sesiones de ejercicio aeróbico, mantendremos las dos sesiones con la estructura del mesociclo anterior.

#### **7.4 Mesociclo de fuerza máxima (semanas 24 – 30)**

El trabajo estará enfocado a la fuerza máxima, pero manteniendo un pequeño componente de hipertrofia, es decir, no será un trabajo puro de trabajo neural. Esto se debe a que el sujeto se encuentra en su primer año de entrenamiento y consideramos que someterlo a cargas superiores al 90% puede suponer un riesgo potencial de lesión para una persona de sus características, pese a las mejoras que pueda mostrar en este periodo de la programación. Pese a que pueda parecer inadecuado el trabajo del componente neural de la fuerza en personas mayores, y más concretamente en el sujeto de esta intervención, es necesario debido a que con el trabajo de fuerza enfocado a la hipertrofia se produce una pérdida considerable en aspectos fundamentales para el desarrollo de la potencia (reclutamiento, coordinación intramuscular, etc.), por los sujetos pierden velocidad de ejecución debido al aumento del déficit de fuerza. Como ya hemos comentado con anterioridad, la potencia es fundamental para este tipo de población, por lo que el trabajo de fuerza máxima es necesario para conseguir un equilibrio. Por otro lado, si queremos obtener progresos continuados a lo largo del programa necesitamos aumentar el ratio de desarrollo de fuerza, lo cual se consigue a través de la coordinación intramuscular, es decir, con cargas superiores al 80% y con una media de 3 a 5 series de 8 repeticiones como máximo. Pese a que la duración del mesociclo pueda parecer excesiva, se basa en que el tiempo mínimo aproximado para que un mesociclo obtenga resultados es de 6-8 semanas (Mayer, Scharhag – Rosenberg, Carlsohn, Cassel, Müller y Scharhag. 2011); además, el sujeto no trabajará la fuerza máxima durante todas las semanas del mismo. Durante este mesociclo, realizaremos 3 sesiones de fuerza por semana, excepto durante la semana al 90% del RM (2 sesiones por semana), el tiempo de cada sesión se verá reducido porque la intensidad utilizada es muy alta y ocurrirá lo mismo con el volumen

semanal. Esto se basa en el hecho de que en sesiones muy intensas en las que se utilizan grandes cargas los niveles de testosterona se ven reducidos considerablemente tras aproximadamente 45 minutos de trabajo, por lo que el rendimiento y la capacidad de manifestar fuerza máxima se ven reducidos a partir de ese momento.

Dividiremos este ciclo en dos bloques de tres semanas con diferentes intensidades, pero en todas se ejecutarán 3 series de cada ejercicio con 5 minutos de recuperación en las dos primeras semanas de cada bloque y de 2 minutos en las últimas semanas. En la primera semana realizaremos 3 series de 6 repeticiones sin llegar al fallo con una carga del 80% - 85% del RM, en la segunda semana aumentará la intensidad al 90% del RM y en la tercera disminuirémos la intensidad hasta el 75% para realizar 8 repeticiones de 12 posibles, con la intención de generar una pequeña recuperación a nivel neural porque se trata de un sujeto principiante que no está acostumbrado a trabajar con intensidades tan altas. Volveremos a repetir de nuevo estas tres semanas. Para trabajar con cargas del 90%, utilizaremos el método excéntrico excéntrico puro, asistiéndole casi de forma total en la fase concéntrica. Esta decisión se basa en las posibles dificultades que pueda presentar ante cargas de tal magnitud, que puedan poner en duda su seguridad, ya que las contracciones de carácter excéntrico presentan una mayor capacidad para generar fuerza. Además, es conocido que las personas mayores presentan una reserva de fuerza excéntrica, por lo tanto podrá soportar estas cargas con mayores garantías. El entrenamiento con cargas del 90% del 1RM sólo se realiza durante dos semanas del programa y sólo en caso de que el sujeto muestre las condiciones necesarias para poder llevarlo a cabo. La decisión de emplear un trabajo excéntrico puro para esta intensidad se debe a que ciertos estudios evidencian que las personas mayores preservan una cantidad importante de fuerza excéntrica (21% - 21,6% de media) en comparación con la fuerza de carácter concéntrico e isométrico (Roig et al. 2010). Por tanto, esto va a permitir que el porcentaje sea del 90% de 1RM pero podrá realizar el trabajo con mayor facilidad mientras que el peso utilizado será el equivalente al que utilizaríamos con un entrenamiento de carácter concéntrico, pues las contracciones excéntricas nos permiten alcanzar porcentajes de hasta el 120% del 1RM. Por tanto, en este caso utilizaremos el trabajo excéntrico puro como aproximación hacia las cargas más altas, las cuales alcanzaremos en programas posteriores. El entrenamiento de fuerza empleando contracciones excéntricas ha demostrado ser más efectivo que el trabajo concéntrico en cuanto al aumento de masa y fuerza muscular y consigue adaptaciones más rápidas con una percepción de esfuerzo menor debido a su eficiencia metabólica en comparación con otro tipo de contracciones. Además, se piensa que la máxima fuerza excéntrica de la rodilla y del tobillo puede ser crítica para bajar escaleras de manera segura en personas mayores, lo cual es un dato importante si tenemos en cuenta que el 75% de caídas en escaleras se produce en la fase de descenso. (Roig et al. 2010). Varios estudios de la literatura (Hanson et al. 2009; Mayer et al. 2011; Peterson et al. 2010; Candow et al. 2015) muestran porcentajes de superiores al 80% del porcentaje de 1RM con un volumen medio de 3 -5 series de 5 - 8 repeticiones de carácter concéntrico. Por tanto, el esfuerzo percibido por el sujeto con el trabajo excéntrico será incluso menor pese a utilizar una intensidad del 90%.

A partir de aquí, añadiremos una sesión de trabajo aeróbico opcional, que consistirá en realizar una actividad de carácter aeróbico diferente a la carrera continua (actividades acuáticas dirigidas, natación, aerobic, baile, etc.). Con esto se pretende añadir variabilidad y

reducir la monotonía. En cuanto a las dos sesiones restantes, una de ellas alcanzará los 60 minutos de carrera continua con una intensidad mantenida (60% FCR), mientras que la tercera irá enfocada a un trabajo más intenso durante menos tiempo, que consistirá en 35 minutos al 70% de la FCR y el resto al 60% hasta completar una hora de trabajo. A partir de aquí la estructura del trabajo aeróbico se mantendrá igual hasta el final del programa, con la posibilidad de ir aumentando el tiempo de la tercera sesión bajo una intensidad del 70% en función de cómo evolucione el sujeto.

La última semana realizaremos un microciclo que estará enfocado a la recuperación total y absoluta, es decir, no se realizarán sesiones de fuerza. Las sesiones de trabajo aeróbico también se suspenderán. Con esto se busca el descanso tanto físico como mental, tras un largo período de entrenamiento en general y después de un período con las cargas más altas de todo el año.

### **7.5 Mesociclo de potencia (semanas 31 – 44)**

Durante este período, el trabajo estará enfocado principalmente al desarrollo de la potencia muscular, la cual es un aspecto básico para mejorar la funcionalidad y disminuir el riesgo de caídas en la población a la que pertenece el sujeto hacia el que va dirigido esta programación. El entrenamiento basado en altas velocidades de contracción se presenta como un método seguro, factible y eficaz para incrementar la potencia muscular en personas mayores (Reid et al. 2014). Los máximos niveles de potencia se alcanzan a diferentes intensidades en función del ejercicio escogido, pues cuanto mayor número de musculatura se vea implicada en el ejercicio, mayores serán los niveles de potencia generados. Sin embargo, debido a las características del sujeto, hay que tener mucho cuidado con los ejercicios seleccionados si queremos mantener la seguridad de nuestro deportista. Las sesiones de fuerza se dividirán en tres días por semana, de los cuales 2 estarán enfocados al trabajo de la potencia de aquellos ejercicios que muestren más correlación con la mejora en la funcionalidad durante las actividades de la vida diaria y el tercero se basará en el trabajo de hipertrofia para seguir haciendo hincapié sobre este aspecto, ya que, junto con la fuerza, acapara la una gran relevancia en el manejo de la sarcopenia. Esto se mantendrá en las primeras semanas de este período, puesto que las cargas iniciales de potencia no serán superiores al 40% de 1RM, por lo que así mantendremos los niveles de hipertrofia hasta que alcancemos porcentajes de potencia más altos. Para el trabajo de potencia, plantearemos 3 series de 12 repeticiones al 40% de 1RM (6 semanas), 3 series de 10 repeticiones para el período de 40%/70% (2 semanas) y 3 series de 8 repeticiones para el 70% (6 semanas). Durante las últimas 8 semanas, el trabajo será de potencia durante las 3 sesiones de fuerza. Por otra parte, en las sesiones de hipertrofia realizaremos entre 3 – 5 series de 8 a 12 repeticiones en función del tipo de ejercicio. En cuanto a los tiempos de recuperación, emplearemos entre 3 -5 minutos para el trabajo de potencia, puesto que nos interesa que las recuperaciones sean completas, y 90 - 120 segundos para el trabajo de hipertrofia. La finalidad por la cual hemos utilizado esta progresión en cuanto a la intensidad es la de abarcar los máximos beneficios posibles debido a que las cargas bajas facilitan la ejecución a altas velocidades aunque con menor fuerza generada, favoreciendo el componente de velocidad de la potencia, mientras que con cargas altas favorecemos en mayor medida el componente referente a la fuerza (Reid et al.2014).

## **7.6 Programa de flexibilidad**

Un programa de entrenamiento de la flexibilidad supone algo más que realizar una serie de estiramientos antes o después de una sesión. Se trata de un programa de ejercicios, planificado y regular, que en cierto tiempo puede ampliar plenamente y de manera progresiva la amplitud de movimientos en una o varias articulaciones. Para mejorar el rango de movimiento (ROM) de una articulación, se debe sobrecargar el grupo muscular llevando a los músculos hasta más allá de su longitud en reposo. Además, al igual que ocurre con otras capacidades físicas, a medida que la flexibilidad mejora, el tiempo durante el cual se mantiene la posición de estiramiento y el número de series del ejercicio deben aumentar progresiva y periódicamente para provocar la sobrecarga necesaria que genere las mejoras correspondientes. En este caso, utilizaremos estiramientos estáticos para garantizar una mayor seguridad y reducir el riesgo de lesión. La intensidad de los estiramientos debe situarse por debajo del umbral del dolor. Comenzaremos realizando dos sesiones a la semana, las cuales podrán coincidir con los días de fuerza o trabajo aeróbico y se realizarán preferiblemente al finalizar las sesiones de entrenamiento, de lo contrario será necesario realizar un calentamiento previo a los estiramientos. Comenzaremos con dos ejercicios de 3 series y 20 segundos de cada grupo muscular o articulación implicada durante las primeras 4 semanas. A partir de aquí, iremos aumentando el tiempo de estiramiento progresivamente y en función de las sensaciones y mejoras que vaya experimentando el sujeto hasta un máximo de 60 segundos, pues la intensidad de la carga tiene un alto valor subjetivo en términos de flexibilidad. Una vez que alcancemos el minuto de duración, lo mantendremos así hasta el final del programa. Para el número de series y número de ejercicios por sesión seguiremos el mismo criterio a la hora de incrementarlos, con un máximo de 6 series por ejercicio. El número de ejercicios estará estructurado en función de las necesidades que vayamos observando en el sujeto y teniendo en cuenta que las recomendaciones generales establecen en 30 minutos el tiempo máximo de duración por sesión. También realizaremos mediciones periódicamente de las articulaciones más importantes: cadera, tronco, hombro, tobillo y rodilla.

## **8. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN**

Tras la información revisada, no se ha encontrado un consenso en cuanto a la definición de la sarcopenia, lo cual entorpece mucho el diagnóstico de los pacientes. Aunque no haya un consenso claro en cuanto a la definición, lo que sí está claro es el crecimiento de la prevalencia de la sarcopenia, fundamentalmente por el acelerado proceso de envejecimiento que está sufriendo la población mundial en general y la población española en particular. Por esto es fundamental el trabajo en la prevención a través del fomento de programas de actividad física (enfocados en el trabajo de la fuerza) en la población de 65 años en adelante, que es la más afectada.

También es importante realizar estudios con personas menores de 65 años, pues la pérdida de fuerza y masa muscular comienza mucho antes y puede suponer la aparición de la sarcopenia en edades más tempranas, especialmente en mujeres y personas con estilos de vida muy sedentarios.

Es necesario realizar programas de fuerza de mayor duración, puesto que los resultados obtenidos son susceptibles de ser mayores. Además, pese a que la literatura remarque la

importancia de la potencia sobre otras manifestaciones de la fuerza, es importante introducir otros tipos de entrenamiento de fuerza como el trabajo excéntrico, el cual ha demostrado tener numerosas ventajas.

Es conveniente tener paciencia con la progresión de las cargas utilizadas, pues se ha comprobado que incluso con cargas pequeñas se pueden conseguir grandes mejoras en cuanto a fuerza, potencia y masa muscular, especialmente si el sujeto es sedentario. Con esta medida evitamos posibles estancamientos y lesiones. En esta línea, programas con intensidades de carga y velocidades de ejecución elevadas han demostrado ser eficaces y seguros en personas mayores pese a que en un principio puedan parecer contraindicadas.

Para tratar con garantías la sarcopenia no es suficiente un programa de fuerza, sino que éste debe ir acompañado por una adecuada ingesta de proteínas para favorecer los procesos anabólicos del músculo. Por lo tanto, la figura del preparador físico y del nutricionista debe ir de la mano en el trato de pacientes que presenten este cuadro clínico.

Otro aspecto a tener en cuenta es que los programas de actividad física deben ser atractivos para con el fin de aumentar la adhesión de los pacientes. Esto se potencia a través de la variabilidad de los mismos.

Por último, y desde un enfoque profesional, el sector de la tercera edad está muy poco explotado en la actualidad, por lo que se presenta como un campo de trabajo muy interesante sobre el que especializarse para desempeñar nuestra labor. En este sentido, sería interesante plantear diversos programas especializados para tratar de implantarlos en los geriátricos y poder llegar de este modo a un número mayor de personas.

## 9. REFERENCIAS

1. Candow, D.G., Vogt, E., Johannsmeyer, S., Forbes, S.C., y Farthing, J.P. (2015). Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40: 689 – 694.
2. Chalé, A., Cloutier, G.J., Hau, C., Phillips, E.M., Dallal, G.E., y Fielding, R.A. (2012). Efficacy of Whey Protein Supplementation on Resistance Exercise – Induced Changes in Lean Mass, Muscle Strength, and Physical Function in Mobility – Limited Older Adults. *Journals of gerontology series a-biological sciences and medical sciences*, 68 (6): 682 – 690.
3. Cruz – Jentoft, A.J., Baynes, J.P., Bauer, J.M., Boire, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Aging*, 39, 412–423.
4. Cruz – Jentoft, A.J., Cuesta Triana, F., Gómez – Cabrera, M.C., López – Soto, A., Masanés, F., Matía Martín, P., ... Formiga, F. (2010). La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia Española de Geriatria y Gerontología. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 46 (2), 100-110.
5. Cvecka, J., Tirpakkova, V., Sedliak, M., Kern, H., Mayr, W., y Hamar, D. 2015. Physical activity in elderly. *European Journal of Translational Myology*, 25 (4): 249 – 252.
6. De Souza Vasconcelos, K.S., Domingues Dias, J.M., Caixeta de Araujo, M., Cisalpino Pinheiro, A., Machado Maia, M. y Correa Dias, M. (2014). Land – based versus aquatic

- resistance therapeutic exercises for older women with sarcopenic obesity: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 14:296.
7. Goisser, S., Kemmler, W., Porzel, S., Volkert, W., Sieber, C.C., Bollheimer, L.C., y Freiburger, E. (2015). Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise in community – dwelling older persons – a narrative review. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 1267 – 1282.
  8. Hanson, E.D., Srivatsan, S.R., Agrawal, S., Menon, K.S, Delmonico, M.J, Wang, M.Q., y Hurley, B.F. (2009). Effects of strenght training on physical function: influence of power, strenght, and body composition. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 23(9),2627 – 2637.
  9. Lang, T., Streeper, T., Cawthon, P., Baldwin, K., Taaffe, D.R. & Harris, T.B. (2009). Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention and assesment. *Osteoporosis Int*, 21, 543-559.
  10. Legrand, D., Vaes, B., Mathei, C., Swine, C. & Degryse, J.M. (2013). The prevalence of sarcopenia in very old individuals according to the european consensus definition: insights from the BELFRAIL study. *Age and Aging*, 42, 727-734.
  11. Marzetti, E., Lees, H.A., Manini T.M., Buford, T.W., Arand Jr, J.M., Calvani, R., ... Wohlgemuth, E. (2012). Skeletal muscle apoptotic Signaling Predicts Thigh Muscle Volume and Gait Speed in Community-Dwelling Older Persons: An exploratory study. *Plos One* ,7 (2).
  12. Mayer, F., Scharhag – Rosenberg, F., Carlsohn, A., Cassel, M., Müller, S., y Scharhag, J. 2011. The intensity and effects of strenght training in elderly. *Deutsches Arzteblatt International*, 108 (21): 359 – 64.
  13. Narici, M.V. & Maffulli, N. (2010). Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *British Medical Bulletin*, 95, 139-159.
  14. ONU, Organización de las Naciones Unidas. (2007). Extraído del URL: <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/Spanish.pdf>
  15. Palop Montoro, M.V., Párraga Montilla, J.A. Lozano Aguilera, E., y Arteaga Checa M. (2015). Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. *Nutrición Hospitalaria*, 31 (4); 1481 – 1490.
  16. Pamukoff, D.N., Hakonssen, E.C., Zaccaria, J.A., Madigan, M.L., Miller, M.E., y Marsh, A.P. (2014). The effects of strenght and power training on songle – step balance recovery in older adults: a preliminary study. *Clinical Interventions in Aging*, 9, 697 – 704.
  17. Patel, H.P., Syddall, H.E., Jameson, K., Robinson, S., Denison, H., Roberts, H.C., ...Sayer, A.A. (2013). Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older people in the UK using the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGOSP) definition: findings from the Hertfordshire Cohort Study (HCS). *Age and Aging*, 42, 378-384.
  18. Petersen, K.S. y Smith, C. (2016). Ageing-Associated Oxidative Stress and Inflammation are Alleviated by Products from Grapes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1-12. doi: 10.1155/2016/6236309.
  19. Peterson, M.D., Rhea, M.R, Sen, A., y Gordon, P.M. (2010). Resistance Exercese for Muscular Strenght in Older Adults: A Meta – Analysis. *Ageing Research*,9 (3), 226 – 237.

20. RAND HEALTH, RAND 36 – Item Health Survey 1.0 Questionnaire Items. Extraído de URL:[http://www.rand.org/health/surveys\\_tools/mos/mos\\_core\\_36item\\_survey\\_print.html](http://www.rand.org/health/surveys_tools/mos/mos_core_36item_survey_print.html).
21. Reid, K.F., Callahan, D.M., Carabello, R.J., Phillips, E.M., Frontera, W.R., y Fielding, R.A. (2008). Lower extremity power training in elderly subjects with mobility limitations: a randomized controlled trial. *Aging, Clinical and Experimental Research*, 20 (4), 337 – 343.
22. Reid, K.F., Martin, K.I., Doros, G., Clark, D.J., Hau, C., Patten, C., ... Fielding, R.A. (2015). Comparative Effects of Light or Heavy Resistance Power Training for Improving Lower Extremity Power and Physical Performance in Mobility – Limited Older Adults. *Journals of gerontology series a-biological sciences and medical sciences*, 70 (3), 372 – 378.
23. Roig, M., MacIntyre, D.L., Eng, J.J., Narici, M.V., Maganaris, C.N., y Reid, W.D. 2010. Preservation of eccentric strength in older adults: Evidence, mechanisms and implications for training and rehabilitation. *Experimental Gerontology*, 45 (6): 400 – 409.
24. Sevilla Caro, M., Salgado Soto, M.C., Osuna Millán, N.C. (2015). Envejecimiento activo. Las TIC en la vida del adulto mayor. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6 (11).
25. Steib, S., Schoene, D., y Pfeifer, K. (2010). Dose – Response Relationship of Resistance Training in Older Adults: A Meta – Analysis. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181c34465
26. Zembron-Lancy, A., Dziubek, W., Rogowski, L., Skorupka, E. & Dabrowska, G. (2014). Sarcopenia: Monitoring, Molecular Mechanisms, and Physical Intervention. *Physiological Research*, 63, 683-691.
27. Verreijen, A.M., Verlaan, S., Engberink, M.F., Swinkels, S., de Vogel –van den Bosch, J., y Weijs, P.J.M. (2015). A high whey protein-, leucine-, and vitamin D – enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults: a double – blind randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 101: 279 – 286.
28. Von Haehling, S., Morley, J.E., y Anker, S.D. (2010). An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 1, 129 – 133.
29. Walston, J.D. (2012). Sarcopenia in older adults. *Curr Opin Rheumatol*, 24 (6), 623 – 627.
30. Yelmokas, A., y Mernitz, H. 2006. Exercise and Older Patients: Prescribing Guidelines. *American Academy of Family Physician*, 74, 437 – 444.

## ANEXOS

## ANEXO 1. RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA PERSONAS MAYORES

A continuación presentamos una serie de premisas básicas generales a tener en cuenta a la hora de tratar con personas mayores debido a que la acción combinada de actividad física y nutrición resulta ser más efectiva que cualquiera de los dos factores por separado. Como profesionales de la actividad física sólo podemos otorgar recomendaciones y consejos básicos sin profundizar en el tema. Por lo tanto, el trabajo de dietas y supervisión de aspectos nutricionales debe de quedar en manos de nutricionistas profesionales.

El tejido muscular está formado principalmente por proteínas y conforma la mayor reserva de aminoácidos del cuerpo. El empeoramiento del rendimiento físico en personas mayores se ha asociado con una ingesta de proteínas deficiente. Una ingesta alta de proteínas estratégicamente calculada en cada comida es una gran opción para combatir la resistencia anabólica en las personas mayores. Las recomendaciones actuales para adultos se basan en la ingesta de 0.8 gramos por kg de peso corporal al día. Sin embargo, estas cantidades están cuestionadas a la hora de mantener o de recuperar masa muscular en personas mayores, por lo que, según recientes investigaciones, es necesario aumentar esta cantidad hasta un rango comprendido entre 1 y 1.5 gramos por kilogramo de peso corporal para las personas mayores si queremos asegurar una buena funcionalidad física. Por lo tanto, esta población necesitará un mayor aporte de proteínas que la población joven debido al descenso en los procesos anabólicos con el envejecimiento producido por la "resistencia anabólica". Como muestra de la importancia a la hora de elegir una estrategia para llevar a cabo la ingesta de proteínas en función de un momento y cantidad determinados, Breen y Phillips mostraron que la ingesta de al menos 20 gramos de proteína en una misma toma conduce a un incremento significativo en la síntesis muscular de proteínas en personas mayores (Goisser et al. 2015; Verreijen, Verlaan, Engberink, Swinkels, van den Bosch y Weijs. 2015).

Los aminoácidos procedentes de la dieta, especialmente los esenciales, tienen un efecto estimulante en la síntesis de proteína muscular después de cada comida. Las personas mayores necesitan una ingesta de proteínas mayor que la población joven (resistencia anabólica). Las recomendaciones para personas mayores oscilan entre 0.8 y 1.5 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal al día para asegurar una correcta funcionalidad física. Para personas que ya han sido diagnosticadas con sarcopenia, se recomienda un consumo mínimo de 1.5 gramos por kilogramo de peso corporal al día, lo cual se traduce en un 30% de las calorías ingeridas cada día. En consonancia con lo anteriormente comentado y debido a la resistencia anabólica, las personas mayores tienen un límite superior de proteínas ingeridas por cada comida (25 – 30 gramos), la cual se recomienda ser excedida para promover los procesos anabólicos. Una vez cubiertas las cantidades de proteína necesarias, es conveniente prestar atención al tipo y cantidad ideal de aminoácidos esenciales. La disponibilidad de éstos para ser absorbidos por el organismo está controlada principalmente por el intestino y el hígado, pero, con la edad, la disponibilidad de ciertos aminoácidos se ve limitada (principalmente leucina y fenilalanina) disminuyendo la síntesis proteica del músculo. Este fenómeno parece ser incluso más acentuado en personas con un mayor IMC. Además, una suplementación de aminoácidos con una proporción alta de leucina (aminoácido más potente para estimular la síntesis de proteínas) resultó en un incremento de la síntesis de proteínas en personas mayores (Goisser et al. 2015; Verreijen et al. 2015). El concentrado de proteína de

suero contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales, se puede comprar con facilidad y tiene buen sabor; es por esto que puede representar una fuente ideal de proteínas para favorecer el anabolismo en personas mayores que se encuentren realizando un programa de fuerza. Es conocido que la leucina y otros aminoácidos ramificados (isoleucina y valina) son abundantes en el concentrado de proteína de suero y pueden ser responsables de mejorar la respuesta anabólica, particularmente en personas mayores (Chalé et al. 2012).

También existen otro tipo de nutrientes como la vitamina D y la creatina que pueden resultar efectivos en el manejo y tratamiento de la sarcopenia. La vitamina D es un nutriente asociado con una reducida masa muscular y fuerza, dificultad para caminar, pobre equilibrio, obesidad y aumento del riesgo de sufrir caídas, además de tener un efecto positivo en el metabolismo de las proteínas que favorece el mantenimiento de la masa muscular. La reducida exposición al sol de las personas mayores junto con la dificultad de su piel para generar vitamina D provoca que este déficit sea habitual en esta población (Goisser et al. 2015). La combinación de un entrenamiento de fuerza y la suplementación con creatina (componente nitrogenado que se encuentra en la carne roja y el marisco), ha demostrado ser prometedor para obtener beneficios para incrementar la masa muscular y la fuerza en personas mayores (Candow, Vogt, Johannsmeyer, Forbes y Farthing. 2015). La suplementación con creatina (0.1 g/kg de peso corporal), antes y después del entrenamiento de fuerza, ha demostrado incrementar la talla muscular y descender el catabolismo de las proteínas musculares en comparación con un placebo en varones mayores sanos; se ha escogido esta cantidad porque ha sido demostrado que no produce efectos adversos y favorece el incremento de masa muscular y fuerza en personas mayores (Candow et al. 2015).

Finalmente, La Society for Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disease recomienda una ingesta de proteínas de 1 – 1.5 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal al día, una mezcla de aminoácidos esenciales rica en la proporción de leucina y una adecuada suplementación de vitamina D, indicando que una cantidad de hasta 50,000 IU por semana está considerada como segura (Goisser et al. 2015; Verreijen et al. 2015).

## **ANEXO 2. CUESTIONARIO DE SALUD Y CALIDAD DE VIDA**

El cuestionario que utilizaremos para valorar la salud y la calidad de vida del paciente es el siguiente: Medical Outcomes Study Short Form Questionnaire – SF – 36. Está compuesto por 36 preguntas (ítems) que valoran los estados de salud tanto positivos como negativos. Los 36 ítems hacen referencia a: Función física, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, rol emocional y salud mental. Presenta una puntuación total mínima de 0 y una puntuación máxima de 100; cuanto mayor sea ésta, mayor será el estado de salud del paciente. A continuación se muestran las preguntas que contiene dicho cuestionario:

1. En general, dirías que tu salud es:
  - a. Excelente 1
  - b. Muy buena 2
  - c. Buena 3
  - d. Razonable 4
  - e. Pobre 5

2. En comparación con el año pasado, como valorarías tu salud general actualmente:
- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| a. Mejor que hace un año      | 1 |
| b. Algo mejor que hace un año | 2 |
| c. La misma                   | 3 |
| d. Algo peor que hace un año  | 4 |
| e. Mucho peor que hace un año | 5 |

Los ítems que vienen a continuación están relacionados con las actividades cotidianas que los sujetos realizan diariamente ¿Consideras que tu salud te limita en las siguientes actividades? Si es así ¿cuánto? (me limita mucho (1), me limita un poco (2), no me limita (3).

3. Actividades vigorosas como correr, levantar objetos pesados, participar en deportes de alta intensidad.
4. Actividades moderadas, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o al golf.
5. Levantar o cargar con provisiones.
6. Subir escaleras en varios pasos.
7. Subir escaleras en un paso.
8. Flexionar rodillas, arrodillarse y mantener la posición.
9. Caminar más de 1.6 km.
10. Caminar varias manzanas.
11. Caminar una manzana.
12. Asearte o vestirse.

Durante las 4 últimas semanas, has tenido alguno de los siguientes problemas con tu trabajo o con otras actividades regulares de la vida cotidiana como consecuencia de tu salud física? (Sí - 1/NO - 2).

13. Reducción de la cantidad de tiempo en tu trabajo o en otras actividades cotidianas.
14. Obtuviste un rendimiento menor que el deseado.
15. Te viste limitado en un tipo de tarea u otras actividades.
16. Has tenido dificultad desarrollando el trabajo u otras actividades (por ejemplo, te supuso un esfuerzo extra).

Durante las últimas 4 semanas, has tenido alguno de los siguientes problemas con tu trabajo o con otras actividades regulares de la vida cotidiana como resultado de algún problema emocional (como depresión o ansiedad)? (Sí - 1/NO - 2).

17. Reducción de la cantidad de tiempo en tu trabajo o en otras actividades cotidianas.
18. Obtuviste un rendimiento menor que el deseado.
19. No realizaste el trabajo u otras actividades tan cuidadosamente como habitualmente.
20. Durante las últimas 4 semanas, hasta qué punto han interferido tus problemas de salud física o emocionales en el resultado de tus relaciones sociales con tu familia, amigos, vecinos o grupos?
  - a. Nada

- b. Un poco 2
- c. Moderadamente 3
- d. Bastante 4
- e. Extremadamente 5

21. Cuánto dolor corporal has tenido durante las 4 últimas semanas?

- a. Ninguno 1
- b. Muy ligero 2
- c. Ligero 3
- d. Moderado 4
- e. Severo 5
- f. Muy severo 6

22. Durante las últimas 4 semanas, cuánto ha influido el dolor en tu trabajo normal (incluyendo tu empleo y las tareas de casa)?

- a. Nada 1
- b. Un poco 2
- c. Moderadamente 3
- d. Bastante 4
- e. Extremadamente 5

Estas preguntas tratan sobre cómo te sientes y cómo te han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. Para cada pregunta, por favor marca la respuesta que más se aproxima a cómo te has sentido (Todo el tiempo (1), La mayoría del tiempo (2), Buena parte del tiempo (3), en algún momento (4), una pequeña parte del tiempo (5), en ningún momento (6)).  
¿Cuánto tiempo durante las últimas 4 semanas...

23. Te sentiste pleno de energía?

24. Te has comportado como una persona nerviosa?

25. Te has sentido tan derrumbado que nada pudo animarte?

26. Te has sentido calmado y en paz?

27. Tuviste mucha energía?

28. Te has sentido desanimado?

29. Te sentiste desgastado o saturado?

30. Has sido una persona feliz?

31. Te sentiste cansado?

32. Durante las últimas 4 semanas, cuánto tiempo han interferido en tus relaciones sociales (como visitar a tus amigos, parientes, etc.) tus problemas físicos o emocionales?

- a. Todo el tiempo 1
- b. La mayoría del tiempo 2
- c. Parte del tiempo 3
- d. Una pequeña parte del tiempo 4
- e. En ningún momento 5

¿Cómo de verdadero o falso es cada una de las siguientes declaraciones para ti? (Definitivamente verdadera (1), prácticamente verdadera (2), no lo sé (3), prácticamente falsa (4), definitivamente falsa (5)).

33. Tengo la sensación de ponerme enfermo con mayor facilidad que los demás.
34. Estoy tan sano como cualquier otra persona que conozco.
35. Tengo la expectativa de que mi salud va a empeorar.
36. Mi salud es excelente.

