



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO

PROGRAMA DE EJERCICIO MULTIMODAL PARA MEJORAR LA  
FUNCIÓN MUSCULAR EN ADULTOS MAYORES  
HOSPITAL DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ 2018

PRESENTADA POR  
IAN CHRISTIAN DENNIS FALVY BOCKOS

ASESOR  
DR. JOSÉ FRANCISCO PARODI

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PARA OPTAR EL EL GRADO ACADÉMICO  
DE MAESTRO EN MEDICINA CON MENCIÓN EN GERIATRÍA

LIMA – PERÚ  
2019



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual  
CC BY-NC-SA**

El autor permite entremezclar, ajustar y construir a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO**

**PROGRAMA DE EJERCICIO MULTIMODAL PARA MEJORAR  
LA FUNCIÓN MUSCULAR EN ADULTOS MAYORES  
HOSPITAL DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ 2018**

**TESIS**

**PARA OPTAR  
EL GRADO ACADÉMICO  
DE MAESTRO EN MEDICINA CON MENCIÓN EN GERIATRÍA**

**PRESENTADA POR  
IAN CHRISTIAN DENNIS FALVY BOCKOS**

**ASESOR  
DR. JOSÉ FRANCISCO PARODI**

**LIMA, PERÚ**

**2019**

## **JURADO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profesor Gabriel Niezen, por su constante motivación y consejos, a la licenciada Victoria Velásquez y al doctor Roberto Carbajal, por ser los grandes gestores en el desarrollo de este proyecto.

Al doctor José Francisco Parodi, por ser un modelo a seguir en el campo de la Geriatría.

## ÍNDICE

	<b>Págs.</b>
<b>Portada</b>	i
<b>Jurado</b>	ii
<b>Agradecimientos</b>	iii
<b>Índice</b>	iv
<b>Resumen</b>	v
<b>Abstract</b>	vi
<b>I.INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II.METODOLOGÍA</b>	26
<b>III.RESULTADOS</b>	34
<b>IV.DISCUSIÓN</b>	36
<b>CONCLUSIONES</b>	39
<b>RECOMENDACIONES</b>	40
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	41
<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

**Objetivos:** Conocer los beneficios de un programa de ejercicio multimodal para mejorar la función muscular en Adultos Mayores del hospital de la Fuerza Aérea del Perú en el 2018.

**Metodología:** Estudio de intervención, analítico, prospectivo y longitudinal. Un total de 24 pacientes fueron incluidos.

**Resultados:** La edad promedio fue de  $75 \pm 7.01$  años. La Short Physical Performance Battery (SPPB) tanto balance, velocidad de marcha y la prueba de la silla tuvo un impacto positivo en el grupo de intervención y fue estadísticamente significativo. No se encontró significancia estadística en la fuerza de presión en kilogramos ni en medición del diámetro de pantorrilla.

**Conclusiones:** El programa de ejercicios multimodal en adultos mayores pertenecientes a la fuerza aérea del Perú tiene un impacto positivo en la función muscular.

**Palabras clave:** Adultos mayores, Fuerza muscular, SPPB, Sarcopenia.

## ABSTRACT

**Objectives:** Discover the benefits of a multimodal exercise program on muscle strength in elderly from Peruvian Air Force hospital in 2018.

**Methods:** this was an interventional, analytical, prospective and longitudinal study. A total con 24 outpatients were included.

**Results:** the median age was  $75\pm 7.01$  years old. We found using The Short Physical Performance Battery (SPPB) balance score, gait speed and chair stand test had a positive impact post intervention and were statistical significance. We find no statistical significance in grip strength and calf measurement.

**Conclusions:** Our multimodal exercise program gives a positive impact in muscle activity and strength in elderly patients from the Peruvian Air Force Hospital. **Key words:** Elderly, Muscle strength , SPPB, Sarcopenia.



## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, la población tiene un crecimiento evidente y exponencial. Desde el desastre que fue la segunda guerra mundial donde se estima en el peor escenario un fallecimiento de 70 millones de personas, existió un periodo de calma e incremento de la población a nivel mundial.

Los *baby boomer*, término acuñado para los niños nacidos posguerra, el cual fue un fenómeno demográfico comprendido entre el 1946 y 1964, generó en los años siguientes un incremento considerable de la población mundial. Esto se suma a una mejora en salud expresada en menor mortalidad neonatal e infantil, mejor tecnología y más accesos a los servicios de salud<sup>(1)</sup>.

Estos fenómenos sumando al nuevo rol de la mujer de optar por menor tasa de natalidad asociado a una nueva función laboral, han hecho que se realice una transición demográfica donde el crecimiento de la población adulta mayor es notorio. Como resultado de esto el modelo económico en los distintos países tuvieron ajustes y se percibe gastos no considerados anteriormente debido al sector salud.

Si bien es cierto estos cambios de mayor longevidad, menor mortalidad y tasa de fertilidad inicialmente eran vistos en países desarrollados, poco a poco se está presentando también en países en vías de desarrollo.

Según la OMS en un reporte del 2002 se prevé que para el 2025, la población mundial de personas mayores bordeará los 1200 millones, cifra que se proyecta incrementarse a 2000 millones para el 2050. Esto habrá que sumar que se tendría un aumento de población de habitantes mayores a 80 años lo que actualmente se denomina la cuarta edad de la vida. El término es importante de considerar debido a que según los estudios se ha visto la mayor probabilidad de contar con enfermedades discapacitantes y una menor calidad de vida <sup>(2)</sup>.

Es deber mencionar que el envejecimiento no es por si una enfermedad, más bien es un factor de riesgo que puede condicionar problemas de salud en personas mayores. Esto se suma a los estilos de vida acumulados durante años y la carga genética que lleva cada uno. Por eso, se considera al envejecimiento como un fenómeno heterogéneo <sup>(2)</sup>.

Los factores mencionados generaron una mayor predisposición a enfermedades que puedan causar algún tipo de discapacidad, alterando la funcionalidad y el desarrollo de las actividades de la vida diaria. Este fenómeno está muy relacionado a mayor morbilidad y mortalidad, tanto en las esferas físicas, psíquicas y sociales., y actualmente, es una gran generadora de mayores costos para el servicio de salud.

Debido a estos cambios se generó la necesidad de especialistas en la salud y cuidado del adulto mayor a los distintos niveles de atención, con la finalidad de evitar el incremento de la discapacidad, dependencia, morbilidad y muerte <sup>(3)</sup>.

Además, se debe mencionar que el abordaje del adulto mayor es distinto al resto de grupos etarios, siendo los síndromes geriátricos, muy importantes. Estos son un grupo de entidades, síntomas o enfermedades con mucha prevalencia en el adulto mayor.

Se les aborda de forma especial debido a no ser común su diagnóstico y no recibir la importancia que implican para la salud del adulto mayor. Ejemplo de síndromes geriátricos son depresión, desnutrición, estreñimiento fecal, incontinencia urinaria, demencia, dismovilidad solo por citar algunos.

Con el paso de los años el deterioro de los distintos sistemas es más notorio. Dentro de la definición de envejecimiento sabemos que es un proceso universal, irreversible y heterogéneo. No todos envejecemos de la misma manera y cada sistema/órgano se deteriora de forma independiente <sup>(3)</sup>.

La capacidad intrínseca es un nuevo concepto que engloba a las capacidades físicas y mentales que tiene una persona. Esta no se encuentra influenciada por el entorno. La movilidad se encuentra dentro del conjunto de capacidades físicas destacando el balance, la marcha y la fuerza muscular <sup>(2)</sup>.

Dentro de esto se encuentra el sistema musculo esquelético, donde el músculo se comporta como un órgano endocrino. Este sufre cambios que conducen a la reducción de la capacidad de realizar actividad física y si a esto uno suma el poco trabajo o desarrollo durante los años de juventud puede conllevar a un deterioro más temprano.

La sarcopenia es un síndrome geriátrico con mucha importancia a nivel mundial. Se define por la pérdida de masa muscular asociada a fuerza y rendimiento físico. En 1989 Irwin Rosemberg acuñó el término del griego “sarx” o músculo y “penia” pérdida <sup>(4)</sup>.

La fragilidad es otro concepto muy importante considerado un síndrome geriátrico caracterizado por la reducción del balance de la reserva que expone a la persona a tener un impacto negativo en su salud<sup>(5)</sup>. La sarcopenia es un componente de la fragilidad física que conlleva a alto riesgo de discapacidad. En nuestro país se ha encontrado relación tanto de la fragilidad como la sarcopenia con mayor multimorbilidad, mortalidad y riesgo de caídas <sup>(6,7,8,9,10)</sup>.

Dentro de las condiciones que fomentan a esta enfermedad, puede ser producto del mismo envejecimiento y/o asociado a múltiples variables por lo cual es considerado un síndrome complejo. La pérdida muscular es involuntaria y podría conllevar a una disminución de la fuerza muscular. Tanto Janssen en 2002 como Goodpaster en 2006 observaron que disminución de la masa muscular no es lineal con la fuerza o rendimiento, por eso motivo evaluar únicamente la primera no nos daría una expresión clínica completa <sup>(11,12)</sup>.

De forma general se asocia a una disminución de actividad física, inadecuada nutrición, factores hormonales, producción de citoquinas y cambios neuromusculares<sup>(13)</sup>.

El determinar la prevalencia es difícil debido a la falta de conocimiento, la falta de estandarización de su medición o problemas logísticos por parte del personal de salud. En una revisión sistemática realizada en el por Shaffle et al estimó la prevalencia mundial de sarcopenia en un 10%<sup>(14)</sup>. En el Perú existen aún pocos estudios publicados sobre la prevalencia y se ha comenzado a investigar a nivel rural y en distintas altitudes<sup>(10,15)</sup>. En una revisión sistemática sobre fragilidad se encontró una prevalencia de 27.8% en pacientes ambulatorios pertenecientes a la población Naval del Perú<sup>(16)</sup>. Varela et al 2008 estudiaron la prevalencia de fragilidad en población de Lima Metropolitana encontrando un porcentaje de frágiles en 7.7%<sup>(17)</sup>.

El objetivo general fue conocer los beneficios de un programa de ejercicio multimodal para mejorar la función muscular en Adultos Mayores del hospital de la Fuerza Aérea del Perú en el 2018 y los específicos fueron evaluar los cambios en fuerza muscular en pacientes adultos mayores; evaluar los cambios en el rendimiento físico en pacientes adultos mayores. La hipótesis que se planteó fue que un programa de ejercicio multimodal para adultos mayores del hospital de la Fuerza Aérea del Perú 2018 optimiza la función muscular.

Tomando en cuenta que la sarcopenia es punto a evaluar en la fragilidad física, es una aproximación interesante.

Aún con estas dificultades se cree que su prevalencia e incidencia son elevadas por lo cual hay una gran necesidad de comenzar a trabajar en el país capacitando a los médicos y personal de salud para su precoz detección e intervención.

Entre los antecedentes consultados mencionamos a

Rosenberg I, en 1989, acuñó el término de sarcopenia. Se referiría a la pérdida de masa muscular y debilidad tomando del Griego sarx “carne” o en su interpretación músculo y penia como “pérdida” que se relaciona al pasar de los años <sup>(4)</sup>.

La *European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)* en 2009 llegó a un consenso y la define como una pérdida progresiva, generalizada de la masa muscular, fuerza o rendimiento físico, con un riesgo discapacidad, pobre calidad de vida y muerte. Poder determinar su prevalencia es complicado. Puede variar dependiendo la población estudiada debido a la no aceptación mundial del concepto y la variación en los puntos de corte al momento de medirlo entre poblaciones <sup>(13)</sup>.

La sarcopenia se encuentra dentro del grupo de los síndromes geriátricos. Los síndromes geriátricos son estados o enfermedades frecuentes, complejas y costosas que alteran la salud de las personas. Según la *EWGSOP* en 2010 clasifica a la sarcopenia en pre sarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa <sup>(13)</sup>.

*La Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS)*, en 2013, se reunió para recabar información y estudiar sobre sarcopenia en la población asiática. Los criterios diagnósticos no variaron en comparación al consenso europeo pero sí sus valores o puntos de corte debido a las diferencias en contextura que existe <sup>(18)</sup>. Aun así, dentro del mismo continente existe variación de etnias lo cual hace difícil precisar una prevalencia.

Igual es necesario mencionar en el 2018 *EWGSOP* publicó una actualización donde se aproximan a los valores de punto de corte mencionados por el *AWGS* en un intento de homogenizar conceptos <sup>(19)</sup>.

Shaffle G, et al. estimaron una prevalencia del 10% por medio de una revisión sistemática donde no hubo diferencias en porcentaje en sexo, pero sí una mayor prevalencia en población no asiática comparada con la asiática <sup>(14)</sup>.

Batsis J. et al estudiaron la prevalencia, por medio de un diseño descriptivo, de sarcopenia en obesos usando ocho distintas definiciones encontrando mucha variación 4.4% a 84% en varones y 3.6% a 94% en mujeres. Con esto concluye que debe existir un consenso para su definición <sup>(20)</sup>.

En 2015, nuevamente Batsis J. et al. En un estudio descriptivo buscaron la prevalencia de pacientes con sarcopenia y obesidad sarcopénica, confirmando que los pacientes en ambos grupos desarrollan una disfunción muscular con limitación funcional <sup>(21)</sup>.

Beudart et al., en el 2014, realizaron un estudio tipo cohortes prospectivo evaluando a 400 participantes mayores de 65 años encontró una prevalencia de 9.25% a 18% encontrando dificultad y mayor variación en el género femenino donde, usando los distintos puntos de corte de la *EWGSOP* osciló la prevalencia en mujeres 6.56 a 20%. Para medir la masa muscular se usó DEXA <sup>(22)</sup>.

Goodpaster et al., en un estudio tipo cohortes prospectivo de 3 años, observaron una pérdida progresiva de la masa muscular se produce a partir aproximadamente a los 30 años siendo estimada 8% por década hasta los 70 años luego incrementándose 15% por década. Además, observó una mayor velocidad de declive de la fuerza muscular que de la masa <sup>(12)</sup>.

En un estudio realizado en Perú por Diaz G. y Runzer F. en el 2015, realizaron un estudio observacional descriptivo, midieron el diámetro de pantorrilla como indicador de masa muscular y su relación con velocidad de marcha. Se pudo concluir que los pacientes con menor diámetro de pantorrilla tenían menor velocidad de marcha comparado a los que tenían mayor diámetro <sup>(23)</sup>.

Janssen et al realizaron un estudio grande de tipo observacional transversal estudiando la relación de masa muscular disminuida y discapacidad funcional en 4504 mayores de 60 años, encontrando una relación entre ambas. Hay que

mencionar que para la definición de sarcopenia solo midieron masa muscular por bioimpedancia sin evaluación funcional muscular <sup>(11)</sup>.

Wang H. et al. realizaron un estudio observacional de tipo transversal, en la comunidad de China con 944 participantes usando la bioimpedancia previa validación con DEXA, encontrando 12.5% en mujeres y 8.2% en varones <sup>(24)</sup>.

En el mismo estudio, se encontraron que la función muscular comprendida con la fuerza y rendimiento, disminuye de forma más significativa que la masa <sup>(24)</sup>. Esto corrobora la conclusión de otro estudio mencionado en donde la intervención de solo ganancia de masa muscular no previene la reducción de la fuerza en adultos mayores <sup>(12)</sup>.

Newman A. et al. realizó un estudio prospectivo tipo cohortes sobre una población de 2292 entre los 70 a 79 años concluyendo que la masa muscular por sí sola no es predictor de mortalidad. Además con el uso de la fuerza de prensión para medir fuerza muscular predijo asociación significativa con mortalidad <sup>(25)</sup>.

Landi F et al. en 2016 evaluaron en un estudio tipo cohortes prospectivo a un grupo en la comunidad de 3206 personas entre 18 a 98 años, donde evaluó y comparó masa muscular usando medidas antropométricas, fuerza muscular por dinamometría y rendimiento con la prueba de la silla ( derivada del Short Physical Performance Batter). El resultado fue contundente en demostrar la poca variación entre jóvenes y mayores de 75 años de la masa muscular 6 a 7%, comparado con 60% en fuerza muscular y 30% en rendimiento. Además sugiere un diagnóstico e intervención precoz con dieta y ejercicios para evitar su declive <sup>(26)</sup>.

Kelley et al., en el 2017, evaluaron un metaanálisis incluyendo doce estudios evaluando toda causa de mortalidad con declive funcional asociado a sarcopenia. El resultado fue que sarcopenia tiene un alto riesgo de mortalidad OR=3.64. 95% CI =2.94 a 4.51y declive funcional OR=2.58. 95% CI =21.33 a

4.99. Con esto se concluye la alta relación entre sarcopenia, mortalidad y declive funcional <sup>(27)</sup>.

A esto se puede sumar el hallazgo de Charlotte Beudart, et al. en el 2014, en un artículo de revisión con el objetivo de evaluar el costo que genera la sarcopenia en la salud pública concluyendo sobre los altos costos que genera <sup>(28)</sup>.

Dos Santos et al., en 2017, en un estudio observacional de tipo transversal, encontraron que en adultos mayores de 90 años o más con baja masa muscular, tuvieron OR 1.65 (95% CI 1.27-2.31) riesgo de dependencia física pero los participantes con una reducción de fuerza muscular tuvieron un OR 6.19 (95% CI 5.08-7.53) <sup>(29)</sup>.

Hagerman FC et al., en el 2000, realizaron un estudio experimental sobre el efecto de entrenamiento de resistencia de intensidad alta en adultos mayores no entrenados previamente. Fueron 18 adultos mayores varones entre 60 y 75 años divididos en dos grupos de 9 uno de intervención y otro de control en un curso de ejercicios de alto impacto por 16 semanas causando cambios significativos en aumento de fuerza muscular en el grupo de intervención <sup>(30)</sup>.

Frontera et al., en 1988, realizaron un estudio experimental de intervención, en 12 pacientes sedentarios entre 60 a 72 años de edad, sometiéndolos a un programa de 12 semanas de ejercicios de resistencia midiendo fuerza y masa. Al final del estudio hubo significancia estadística en mejoría en fuerza y masa muscular, abriendo la posibilidad de intervenir a pacientes adultos mayores con ejercicios de resistencia de alta intensidad <sup>(31)</sup>.

Kemmler et al., en 2010 en un estudio randomizado aleatorizado evaluaron los efectos en la composición corporal y la capacidad funcional en mujeres independientes con 246 participantes (media de edad 69,1 años), tras 18 meses (123 en el grupo de intervención) de un programa compuesto por múltiples ejercicios de alta intensidad, combinando ejercicios de resistencia y



aeróbicos versus un dispositivo de electro estimulación. Al término del estudio se concluye que la electro estimulación puede generar mejora similar pero más costosa que los ejercicios de alta intensidad <sup>(32)</sup>.

Palop et al., en 2015, realizaron una revisión donde encontraron que las primeras intervenciones en adultos mayores con ejercicios de resistencias tenían resultados mínimos. Esto debido a la baja intensidad con la que se realizaba en este grupo, concluyendo que los ejercicios de alta intensidad pueden y deben realizarse tanto varones como mujeres, sanos o con algún grado de discapacidad <sup>(33)</sup>.

Ávila-Funes y García-Mayo EJ, en 2004, realizaron una revisión sobre el ejercicio de fuerza de alta intensidad es el que demostró mejorar y/o conservar la fuerza y el tamaño muscular. Su eficacia y seguridad han sido documentadas por numerosos estudios en adultos mayores sanos y en personas frágiles; por el contrario, el ejercicio de fuerza de baja intensidad apenas produce resultados <sup>(34)</sup>.

Suetta et al. realizaron en el 2004 un estudio prospectivo randomizado controlado con 36 pacientes tras intervención por prótesis de cadera debido a osteoartritis (edad 60-86 años). La muestra se dividió en 3 grupos: rehabilitación domiciliaria (1 hora/día), estimulación eléctrica del lado operado (1 hora/día) y entrenamiento de resistencia unilateral del lado afecto (3 sesiones/semana). Tras 12 semanas, el entrenamiento de resistencia fue más efectivo en el aumento de la fuerza máxima (22-28%), masa muscular y la función (rendimiento físico medido con la velocidad de la marcha, subir escaleras y levantarse de la silla, 30%), en comparación con el programa de rehabilitación estándar <sup>(35)</sup>.

Suetta et al., en 2007, realizaron un estudio de revisión con el objetivo de valorar la pérdida muscular e intervención en pacientes con poca movilidad hospitalizados concluyendo que los adultos mayores responden bien, con bajo

riesgo, a los ejercicios de resistencia y que debe ser una intervención clave en su rehabilitación durante y después de una hospitalización <sup>(36)</sup>.

Fielding et al., en 2002, realizaron un estudio controlado randomizado con el objetivo de valorar función muscular, evaluando a 30 mujeres de 73 años en promedio y dividió en dos grupos, uno que recibió ejercicio de resistencia de alta intensidad y el otro de baja intensidad, 3 veces a la semana en miembros inferiores concluyéndose la tolerancia al ejercicio y una ganancia de 3.7 veces mayor en fuerza comparado al grupo de baja intensidad <sup>(37)</sup>.

González-González DR, en el 2015 realizó un estudio de prevalencia de sarcopenia en Manizales, Colombia en 209 adultos entre 65 y 75 años usando los criterios de EWGSOP 2009. Debido a que usó dos parámetros de bioimpedancia de dos estudios previos, NHANESIII y Chien et al. encontraron una prevalencia de 52.7% y 16.8% respectivamente <sup>(38,39,40)</sup>.

En Perú, existe muy poca investigación sobre el tema. Varela et. en 2008 al realizaron un estudio trasversal - descriptivo para evaluar la prevalencia de fragilidad en lima metropolitana<sup>(17)</sup>. La fragilidad física se define como un síndrome médico, de múltiples causas y factores, caracterizado por una disminución de fuerza y funciones fisiológicas que aumentan la vulnerabilidad de un individuo a dependencia física, morbilidad y mortalidad <sup>(41)</sup>.

Fried L describió un fenotipo de fragilidad con los siguientes criterios: pérdida intencional de peso de al menos 5% en el último año, cansancio, baja actividad física, velocidad de marcha lenta y debilidad muscular. Se considera frágil a la persona que si cumple tres o más criterios, pre frágil uno o dos y no frágil si no cumple ninguno <sup>(42)</sup>.

Dentro de las teorías de la fragilidad física, se considera a la sarcopenia como causa principal. En el estudio de Varela et al. 2008 evaluaron a 246 personas mayores de 60 años con los criterios de Fried encontrándose una frecuencia

de fragilidad de 7,7% y prefragilidad de 64,6%. Además pudo observar una relación de mayor riesgo a edad más avanzada <sup>(17)</sup>.

Palacios et al., en 2015, realizaron un estudio tipo transversal en un hospital público en Lima Perú donde evaluaron la asociación de fuerza muscular y rendimiento físico en adultos mayores con o sin diabetes. Al final del mismo encontraron un bajo rendimiento físico en el sexo femenino y presentar sobrepeso/obesidad. Además se relacionó una baja fuerza muscular en tener un alto porcentaje de grasa corporal y bajo peso. Así como en otros estudios, se encontró una relación entre ambos criterios con el aumento de la edad y antecedentes de hospitalización previa <sup>(43)</sup>.

Runzer, en 2012, realizó un estudio prospectivo tipo cohortes, sobre asociación de fragilidad y dependencia funcional en 311 pacientes mayores de 60 años que se atendieron en un hospital de Lima-Perú, encontrando una asociación estadísticamente significativa. ( $<0.05$ ) <sup>(44)</sup>.

La implementación del programa de ejercicio multimodal es importante debido a que el envejecimiento saludable está relacionado con la capacidad intrínseca siendo uno de ellos la movilidad. La OMS ha planteado con el programa Integrated care for old people (icope), dentro de sus recomendaciones para mejorar la capacidad intrínseca de adultos mayores, ejercicios multimodal <sup>(45)</sup>. Como respuesta a la necesidad de implementar intervenciones basadas en evidencia, hemos desarrollado un programa para el bienestar de nuestros pacientes.

### **Definición de sarcopenia**

En 1988 Irwin Rosenberg acuñó el término sarcopenia derivado del griego sarx carne o musculo y penia de déficit. Ya en ese momento describía un proceso ligado al envejecimiento de la persona, donde la pérdida muscular es la generadora de cambios en la actividad e independencia del individuo. En los primeros estudios que intentaban medir prevalencia se tomaba como medida única la masa muscular. Luego se vio conveniente el medir

funcionamiento debido a la gran importancia que existe para el desarrollo del día a día del individuo. Además se pudo observar que el deterioro entre masa y función muscular no era lineal a través del envejecimiento de las personas<sup>(4)</sup>.

El mundo está envejeciendo al igual que su población. Luego del término de la segunda guerra mundial ha existido un crecimiento grande de la población. *Baby boomer* es el término asignado a esta generación, la cual se encuentra ya pasando los 70 años a la actualidad. A esto se debe agregar la menor tasa de natalidad, la menor mortalidad infantil y la mejora a los accesos a los servicios de salud. Estos factores realizaron que a nivel mundial exista una transición demográfica. Según la Organización mundial de la salud (OMS) entre 2015 y 2050, la proporción de la población mundial de mayores de 60 años pasará de 900 millones a 2000 millones, lo que se expresa en porcentajes de un 12 a 22%<sup>(1,2,3)</sup>.

Nuestro país no ha sido ajeno a esta transición demográfica. En los años cincuenta la estructura básica estaba compuesta por niños donde de cada 100 personas, 42 eran menores de 15 años. Actualmente esa cifra varió siendo 27 de cada 100 en el 2018. Esto también se ha visto en el incremento de la población adulta mayor pasando del 5.7% en el 1950 a 10.4% en 2018<sup>(46)</sup>.

El envejecimiento humano está asociado a diversos cambios corporales. Estos no son homogéneos y depende de la relación entre la carga genética y los estilos de vida de cada individuo. Esta relación genera lo que se llama reserva funcional o actualmente se desliza el concepto de capacidad intrínseca <sup>(2)</sup>. Según modelos de estudio sobre el envejecimiento, llegamos a un pico máximo de desarrollo de reserva funcional a los 30 años. Posterior a ese evento, aparecerá un declive progresivo. En diversos estudios y revisiones se estipula que la pérdida de masa muscular aparece al entrar a la cuarta década de la vida<sup>(3,13,18,19)</sup>.

La masa muscular tiene una distribución distinta en género observando ser mayor en el sexo masculino comparado con el femenino. Se ve una relación inversa al momento de su disminución siendo mayor su pérdida en adultos

varones que en mujeres <sup>(47)</sup>. La masa muscular ocupa casi la mitad de la masa total, no solo con el rol de generar movilidad a través de la contractibilidad muscular sino tiene un funcionamiento metabólico importante en la glucosa <sup>(48)</sup>.

Tiene factores que contribuyen como son la edad, mala dieta, sedentarismo, enfermedades crónicas y ciertos medicamentos. Una serie de mecanismos fisiológicos participan en causar el síndrome incluyendo cambios en la unión neuro-muscular. La sarcopenia está asociada a un aumento de citoquinas pro inflamatoria y reactante de fase aguda llevando a la pérdida de miofibras y la reducción de la contractura.

Es importante recordar que el músculo está innervado por la moto neurona. La unidad motora se forma de la unión de una sola moto neurona y las fibras musculares. La fuerza generada de la contracción muscular es debido a la interacción entre la actina y miosina.

Las unidades motoras están diferenciadas según el tipo de miosina que tengan. Las unidades motoras lentas contienen miosina tipo 1 y con velocidad lenta. Son ricas en mioglobina y mitocondrias, lo cual le confiere una buena fuente energética y estas fibras son útiles para actividades aeróbicas sostenidas como por ejemplo correr largas distancias. Las unidades motoras rápidas fatigables con de mayor velocidad contráctil y contiene miosina tipo IIx. Tienen pocas mitocondrias y dependen de la glucosa como energía. Se activan al realizar actividades como correr rápido o levantar peso. Las unidades motoras rápidas fatigables de resistencia son el tercer tipo de fibra e intermedia a las mencionadas anteriormente. Contiene miosina tipo IIa , tipo I y IIx.

Con el envejecimiento se observa pérdida de unidades motoras lentas y rápidas, siendo más notorias las fibras rápidas. Además se observa atrofia de fibras y denervación. Esto produce cambios en la unidades y transformación de fibras II a fibras I (más lentas). Los cambios estructurales generarán

problemas funcionales y menor fuerza representándose en mayor dificultad para levantarse de una silla, subir escaleras o mantener el balance <sup>(48)</sup>.

Otro aspecto sobre el envejecimiento muscular es la infiltración grasa en el tejido muscular. En un artículo que escribió Irwin Rosenberg en 1997, hace algunos cuestionamientos como ¿la sarcopenia es considerada una enfermedad o un proceso “normal” del envejecimiento? ¿es una pérdida de masa o también de función? ¿O cuándo esos cambios se convierten en una enfermedad? o ¿la sarcopenia se convierte en una enfermedad cuando el paciente requiere asistencia por una persona para realizar sus actividades? Desde esa perspectiva y ante tantas dudas, se menciona que el ejercicio de fuerza podría ser una estrategia para mitigar <sup>(4)</sup>.

En el 2010, se realizó un consenso del EWGSOP de sarcopenia en adultos mayores donde define a la sarcopenia como pérdida progresiva y generalizada de masa muscular esquelética y de la fuerza y/o rendimiento físico, con un riesgo de problemas de salud como discapacidad, pobre calidad de vida o muerte <sup>(13)</sup>. Hasta el momento esa definición sigue vigente.

En otros estudios, se ha asociado además con baja actividad cardiopulmonar, consumo de cigarrillo, alto gasto en salud, bajo nivel de testosterona en varones y baja de peso. Como añadir se ha visto un mayor compromiso funcional en el sexo masculino que el femenino a través del tiempo <sup>(48)</sup>.

La sarcopenia es considerada un importante y relativamente nuevo síndrome geriátrico. Estos son un grupo de entidades patológicas muy frecuentes en el adulto mayor y que requieren un diagnóstico y abordaje multidisciplinario para evitar complicaciones. A pesar de su frecuencia pueden pasar desapercibido. Existe una gran relación entre ellos pudiendo ser en algunos casos generadores de enfermedad y en otro efecto. Por ese motivo tiene una gran importancia valorar al paciente de forma global en todas las esferas social, física, mental, económica, etc. Otros síndromes geriátricos que se relacionan con la sarcopenia son las caídas, la dismovilidad, la fragilidad física, depresión, entre otros <sup>(19)</sup>.

La prevalencia de sarcopenia es difícil de establecer debido a las distintas definiciones, formas de medir y variación entre sexo y etnias alrededor del mundo. Tiene mucha relación con el tipo de población estudiada. Es posible encontrar una prevalencia mayor en pacientes que viven en casas de reposo, bajo índice de masa corporal o bajo nivel educativo.

Beudart et al. evaluaron a 400 participantes mayores de 65 años encontró una prevalencia de 9.25% a 18% encontrando dificultad y mayor variación en el género femenino donde, usando los distintos puntos de corte de la EWGSOP osciló la prevalencia en mujeres 6.56 a 20%. En este estudio utilizó DEXA para valorar masa muscular, dinamometría para fuerza muscular y velocidad de marcha para medir rendimiento <sup>(22)</sup>.

Yu S et al. en el 2014 mostraron que la prevalencia de sarcopenia era mayor en pacientes mayores de 80 años comparado entre los 65 -80 años.y más en varones. Cabe recalcar que en este estudio se usó para medir la masa muscular DEXA y solo se midió fuerza de prensión por dinamometría<sup>(49)</sup>.

Wang H et al., en el 2016, realizaron un estudio transversal para estimar la prevalencia en población China de 944 (462 hombres y 482 mujeres) entre 60 y 92 años. Se usó bioimpedancia para valorar masa muscular (previa validación con DEXA), fuerza muscular con dinamometría y velocidad de marcha para medir rendimiento. Se usaron los puntos de corte propuestos por el grupo de trabajo asiático en sarcopenia<sup>(10)</sup>. Se encontró una prevalencia en mujeres de 12.5% y 8.2% en varones, con un porcentaje global de 10.4% <sup>(24)</sup>.

Vergara et al estudiaron la prevalencia en pacientes diabéticos utilizando bioimpedancia, dinamometría y velocidad de marcha. De 211 participantes diabéticos y un grupo de no diabéticos de la misma cantidad. Evaluaron prevalencia no solo de sarcopenia sino aparte de dinapenia (solo la evaluación de la fuerza muscular). Se encontró una diferencia estadísticamente

significativa ( $p < 0,001$ ) de dinapenia, 39.3% en el grupo de diabéticos y 18% en los no diabéticos. No se encontró un resultado significativo cuando se evaluó sarcopenia en ambos grupos. Este resultado refrenda la mayor importancia de valorar función muscular y que no siempre hay una relación directa en su declive entre ambas <sup>(50)</sup>.

Dos Santos et al realizaron un estudio publicado en el 2017 también tuvo resultados similares cuando evaluó por separado tanto los riesgos de tener una masa muscular baja y tener una función muscular baja. Encontraron en adultos mayores de 90 años a más con baja masa muscular, tuvieron OR 1.65 (95% CI 1.27-2.31) riesgo de dependencia física pero los participantes con una reducción de fuerza muscular tuvieron un OR 6.19 (95% CI 5.08-7.53) <sup>(29)</sup>.

En un estudio de realizado por Sáenz Moreno et al. en 2017 donde estudiaron la prevalencia de dinapenia o función muscular en una comunidad en Albacete. Ingresaron al estudio 118 sujetos, encontrando asociación a dinapenia edad mayor 70 años (OR=3.9), estados de depresión o ansiedad (OR=2.8) y personas sin estudio (OR=2.8) <sup>(51)</sup>.

Un estudio Japonés prospectivo tipo cohortes buscando la asociación de sarcopenia y mortalidad realizado con 720 participantes usando los criterios del grupo de trabajo asiático para sarcopenia. Se usó DEXA para valorar masa muscular y la función se midió con velocidad de marcha y dinamometría por prensión. El seguimiento fue un promedio de 11 años. Se encontró dos veces mayor mortalidad en el grupo de varones con Sarcopenia <sup>(52)</sup>.

Otro trabajo que siguió a Mejiicanos Americanos por un periodo de 13 años para ver asociación entre función corporal baja en miembros inferiores y mortalidad. Se evaluó con Short Physical Performance Battery (en sus siglas SPPB) que es una escala que valora rendimiento físico, encontrando un impacto en la mortalidad en 2.7 cuando la función corporal es baja <sup>(53)</sup>.

### **Clasificación de la sarcopenia**



El grupo internacional de trabajo en sarcopenia (IWGS en sus siglas en inglés) sugiere la evaluación de sarcopenia en las siguientes condiciones:

1. Se note una disminución en la función o fuerza o la percepción de salud
2. El auto reporte de problemas en el traslado.
3. Caídas recurrentes.
4. Pérdida de peso intencional reciente mayor al 5%.
5. Luego de una hospitalización.
6. Si sufren de alguna enfermedad crónica inflamatoria o que genere aumento del catabolismo.
7. Individuos que hayan notado reducción en su velocidad de marcha <sup>(18,19)</sup>.

Debido a que es considerada un problema relacionado a la edad la EWGSOP considera la evaluación de los individuos mayores a 65 años. La IWGS no especifica edad para su evaluación. La AWGS considera a partir de los 60 años <sup>(13,19)</sup>.

El pico máximo de masa muscular ocurre entre los 20 a 30 años para luego disminuyendo progresivamente 1% por año. La reducción se reportar mayor luego de los 70 años alrededor 15% por década en particular los miembros inferiores <sup>(11,19)</sup>.

En hombres se evidencia un declive más lineal siendo distinto en mujeres producto de la aparición de la menopausia. Se ha visto reducción del efecto anabólico del musculo produciendo resistencia a la insulina, inflamación, alteración hormonal y reducción de la generación muscular <sup>(54,55)</sup>.

Se ha visto que con los años las hormonas anabólicas se reducen tales como la testosterona, hormona de crecimiento y estrógenos fomentando atrofia muscular. También se ha visto la infiltración de grasa dentro del músculo siendo predictor por si sola de discapacidad y mortalidad <sup>(55)</sup>.

La evaluación es tanto de la misma masa muscular, fuerza y rendimiento físico. Así se clasifica en tres estadios: Pre sarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa. La primera es aquella donde existe una disminución en

masa muscular pero fuerza y rendimiento conservada. En la segunda la masa muscular esta disminuida y a esto se agrega si la fuerza o el rendimiento esta disminuido. En la tercera los tres criterios están disminuidos. El reconocimiento de estos estadios permite seleccionar el tratamiento y metas propuestas para la recuperación <sup>(19,56)</sup>.

La sarcopenia primaria o relacionada a la edad se considera solo cuando esta atribuida al proceso de envejecimiento y no hay otro factor asociado. En ella pueden contribuir cambios hormonales como la disminución de la testosterona en el hombre o la baja de estrógeno en la mujer. Puede contribuir la disfunción mitocondrial y el proceso de apoptosis. También se han visto cambios en la unión neuro muscular con denervación en la zona <sup>(19,55)</sup>.

La sarcopenia secundaria tiene otra o múltiples causas que la genera. Pueden ser por cambios en la actividad como el sedentarismo, en encamamiento o dismovilidad, asociados a una patología aguda o avanzada o relacionada a la nutrición como baja ingesta o los procesos de malabsorción <sup>(21,25)</sup>. La coexistencia con enfermedades como diabetes, cáncer, enfermedad renal, insuficiencia arterial periférica están asociadas a pérdida muscular<sup>(57)</sup>. En general se dice que la sarcopenia en los adultos mayores es multicausal y esta clasificación permite analizar la misma y buscar causas potencialmente reversibles.

## **Diagnóstico**

### **Masa muscular**

Existen tres técnicas, por medio de imágenes, valorar la masa muscular. La resonancia magnética (RM), la tomografía computarizada (TC) y absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA). La RM y TC son exámenes muy buenos y detallados para evaluar músculo y son considerados pruebas de oro cuando. Los problemas radican en la exposición a la radiación, el elevado costo y lo dificultoso de poder masificar como herramienta de evaluación, por tal motivo es usado generalmente en estudios

de investigación. DEXA es una buena alternativa para evaluar grasa y músculo con mínima exposición a radiación, lo cual le da más seguridad que RM y TC. Existen estudios donde la comparan con las pruebas de oro con buena similitud, aunque el problema mayor es su disponibilidad para uso rutinario y comunitario. A pesar de usar la misma máquina con la que se realiza las densitometrías óseas, la configuración es distinta siendo complicado su uso cuando se quiere evaluar masa muscular<sup>(19)</sup>.

La bioimpedancia es otra técnica, distinta a las mencionadas de imágenes, usada para evaluar grasa corporal e indirectamente poder obtener la masa muscular. Es un método cada vez más usado debido a poder ser portátil, costo asequible, no tener riesgo de radiación y no invasivo. Puede utilizarse en poblaciones en comunidad grandes por tal motivo está siendo usado en estudios de prevalencia con buena correlación con DEXA. Igual hay que mencionar que al usar una ecuación dentro de su cálculo, dependerá mucho el tipo de población, etnia, constitución, para poder precisar los valores siendo esto reflejado en los distintos puntos de corte entre los consensos tanto Europeos como Asiático <sup>(18,24,25)</sup>. Aunque tanto la DEXA como la bioimpedancia son exámenes con mayor facilidad de uso, menor costo e inocuos, no son métodos que estén disponibles masivamente <sup>(58)</sup>.

Dentro de las medidas antropométricas para evaluar masa muscular está el medir el diámetro de pantorrilla. Si bien es un método sencillo, rápido, bajo costo, de uso masivo, es muy poco preciso y sensible. En los pacientes con obesidad sarcopénica, donde el tejido muscular puede estar sustituido por grasa puede mantener el tamaño de la pantorrilla en un buen grosor y darnos falsos negativos <sup>(23)</sup>. La mayor utilidad es en valores bajos, según el consenso europeo menor de 31 cm, nos puede indicar una masa muscular baja. Igual es un método poco preciso para evaluar reducción muscular precoz. En el consenso realizado sobre sarcopenia en Asia, no se mencionó como método <sup>(18)</sup>.

## **Fuerza muscular**

La reducción de la fuerza está relacionada a dificultad de realizar actividades cotidianas de la vida diaria. La importancia radica es evaluar la fuerza generada en miembros inferiores debido a la asociación de su reducción y la aparición de caídas, dificultad para subir escaleras o levantarse de una silla. La evaluación se realiza midiendo la fuerza de extensión y flexión. Debido a que no es sencillo y difícil de realizar evaluación de la fuerza en miembros inferiores por cuestiones logísticas, se evalúa la fuerza de prensión.

Se encontró una correlación entre la fuerza en miembros superiores con los inferiores. Para evaluar se usa un dinamómetro de mano. Una fuerza de prensión baja está relacionada con la discapacidad. Es una técnica fácil de replicar, relativamente cómoda, rápida y que no requiere un entrenamiento mayor. Quizá el problema radica en los puntos de cortes, los cual dependerán de la raza, talla y peso. El consenso EWGSOP considera en varones una fuerza de prensión patológica menor de 27 y en mujeres menor a 16 siendo actualizado en contraste al conceso del 2010 <sup>(13,19)</sup>. La AWGS considera en varones menor de 26 y en mujeres 18. <sup>(18)</sup>.

El uso de la flexión de rodilla como técnica es válido para valorar la fuerza muscular en miembros inferiores en estudios de investigación pero su impacto en la práctica clínica o evaluación diaria es pobre debido a la necesidad del equipo o entrenamiento del personal.

También se utilizó el flujo máximo espiratorio para valorar la fuerza respiratoria, pero actualmente no se recomienda como examen de valoración único <sup>(13,19)</sup>.

## **Rendimiento muscular**

Se han propuesto varias pruebas para valorar el rendimiento. El SPPB, es una prueba que cuenta con tres partes donde mide balance, velocidad de marcha y levantarse de la silla. Cabe recalcar que tanto la EWGSOP como AWGS consideran a la velocidad de marcha como prueba de tamizaje (aunque la AWGS la agrega junto a la dinamometría). Esto ha sido actualizado

en el último consenso de EWGSOP donde considera fuerza de prensión y agrega como alternativa la prueba de la silla <sup>(19)</sup>.

La prueba está validada en Latinoamérica, es sencilla de usar, requiere un entrenamiento mínimo, es replicable y de corto tiempo <sup>(58)</sup>. Puede ser usada tanto en comunidad como para fines de investigación.

El punto de corte usado en ambos consenso es de menor 0.8m/s. La prueba de levantarse de la silla y andar (timed-up-and-go test) fue propuesto como medida evaluadora pero debido a que podría estar alterada por otras patologías fue descartada como herramienta evaluadora principal <sup>(19)</sup>. Cabe mencionar como comentario personal y por observación al realizar las pruebas de rendimiento la importancia de usar la prueba completa de SPPB y no solo la velocidad de marcha como prueba única. Si bien hay estudios que la evalúan similar al SPPB, creemos la importancia de realizar la parte de levantarse de la silla cinco veces y la prueba de tándem en balance como marcadores precoces de falla en el rendimiento.

### **Pronóstico**

Los pacientes que ingresan a programas de ejercicios tanto aeróbicos como de resistencia muscular tienen beneficios en salud. Esto está representado en menor morbi-mortalidad y mejor calidad de vida. Se sabe los beneficios que brinda para reducir la presión arterial, reducir los niveles de colesterol LDL, reducir el hiperinsulinemia, pérdida de peso, control de enfermedades crónicas y fortalecimientos de tendones-músculos <sup>(57)</sup>.

### **Manejo**

La rehabilitación es un componente fundamental del cuidado de la salud del anciano y el programa dependerá de las características individuales de cada paciente. Las fibras que forman el músculo esquelético se pierden de forma selectiva conforme avanza la edad; aunque disminuyen las fibras tipo I (de contracción lenta y alta capacidad oxidativa), son las fibras tipo II (de contracción rápida y alta capacidad glucolítica) las más afectadas particularmente las fibras tipo IIb<sup>(45)</sup>.

La sarcopenia tiene aspectos claramente modificables. A la actualidad el ejercicio es el mejor tratamiento con la finalidad de mejorar función muscular <sup>(59)</sup>. Se demostró la capacidad de adaptación del músculo al ejercicio y a otros agentes. Esta capacidad se denomina plasticidad residual o plasticidad muscular y se observa incluso en los viejos-viejos y los ancianos frágiles <sup>(57)</sup>.

Se cree que el ejercicio es la medida más efectiva de las propuestas de intervención para mejorar calidad de vida y funcionalidad en adultos mayores. Sin embargo aún existe escepticismo entre los mismos pacientes, médicos, investigadores y autoridades en salud sobre el rol de la actividad física como medida de prevención e intervención en adultos mayores, en especial frágiles <sup>(36)</sup>.

El inicio de la actividad física nunca es tarde. Se evidenció que aún en pacientes previamente sedentarios alrededor de los 85 años mostraron beneficio en supervivencia comparado con contemporáneos sedentarios <sup>(57)</sup>.

El ejercicio es una estrategia realista para mantener un estado funcional o de independencia. En los ancianos produce efectos fisiológicos benéficos sin importar la edad y el nivel de incapacidad. Puede usarse para mejorar el estado de salud en los ancianos sanos, ancianos frágiles, en nonagenarios, en aquellos con múltiples enfermedades y/o hospitalizados <sup>(36,37)</sup>.

El ejercicio de resistencia se define como el entrenamiento en el cual la resistencia contra la que el músculo genera fuerza aumenta de forma progresiva con el tiempo. Este a la vez se divide según su intensidad medida por la repetición máxima (RM). La misma está definida como la mayor cantidad de peso que se puede levantar, con una técnica correcta, una sola oportunidad o intento. Se dividen en baja, moderada y alta intensidad. Los ejercicios de alto impacto o intensidad, es decir, el uso de 60 a 100% de 1RM, es el que ha demostrado mejorar y conservar la fuerza y el tamaño muscular. Esta debe ser progresiva, estructurada e individualizada. Ejemplos de ejercicios de resistencia están el levantar pesas, usar bandas elásticas, subir

escaleras, flexiones (con la resistencia del cuerpo) y/o actividades como la jardinería <sup>(57)</sup>.

Su eficacia y seguridad ha sido documentada por múltiples estudios en ancianos sanos, ancianos viejos y en individuos frágiles. El uso de los ejercicios de resistencia de baja intensidad da resultados modestos e incluso ninguno, por lo cual debe intentarse progresar o aumentar la carga <sup>(59)</sup>.

Algunos términos básicos

**Síndrome geriátrico:** Grupo de entidades o enfermedades frecuentes y prevalentes en el adulto mayor. Sin una adecuado diagnóstico e intervención son generadores deterioro de la salud y de la calidad de vida <sup>(17)</sup>.

**Sarcopenia:** Es un síndrome geriátrico frecuente, progresivo y generalizado, caracterizado por la disminución de la masa y función muscular con riesgo de problemas de salud como pérdida de independencia, caídas , discapacidad física y mortalidad<sup>(13,18,19)</sup>.

**Obesidad sarcopénica:** Es aquella donde la persona cuenta criterios de obesidad y además tiene trastorno en la masa y funcionamiento muscular. Existe una sustitución e infiltración de grasa por músculo <sup>(20)</sup>.

**Discapacidad física:** Problema que conlleva problemas de movilidad, traslado y dificultad para poder realizar actividades de la vida diaria de forma autovalente.

**Ejercicio multimodal:** Es el ejercicio físico donde se aborda en conjunto los distintos sub tipos como son aeróbicos, los de resistencia, de flexibilidad y balance. Se trabaja de forma completa la estructura y funcionamiento corporal.

**Fragilidad física:** Síndrome geriátrico importante, generado por múltiples causas, que generan una vulnerabilidad en el individuo a desarrollar

dependencia funcional y/o muerte. La sarcopenia es un factor de riesgo muy importante<sup>(17)</sup>.

**Actividad física:** Se refiere a cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que produce un gasto energético. Dentro de la vida diaria, puede ser catalogada como: ocupacional, práctica de deportes, tareas caseras y otras actividades.

**Actividades de la vida diaria:** Grupo de actividades cotidianas que se relaciona con la funcionalidad e independencia de la población.

**Ejercicio físico:** Constituye un subgrupo en el que la actividad física es planificada, estructurada y repetitiva, y tiene como objetivo final e intermedio la mejora de la forma física, incrementando la capacidad funcional del organismo<sup>(35)</sup>.

**Ejercicio de resistencia:** Es el ejercicio donde la contractura muscular es opuesta por una fuerza para aumentar poder y resistencia<sup>(47)</sup>.

**Repetición máxima:** Es la cantidad máxima de peso que una persona puede levantar en no más de una repetición completa de un ejercicio determinado. Es un método útil para poder calcular el peso promedio para iniciar un ejercicio de resistencia<sup>(47)</sup>.

**Fuerza:** Capacidad física para poder realizar un movimiento. Esta permite brindar la capacidad de realizar actividades de la vida diaria<sup>(47)</sup>.

**Rendimiento físico:** Es la capacidad de realizar una actividad física con la mejor performance y menor gasto energético<sup>(60)</sup>.

**Potencia:** Es la cantidad de trabajo que se realiza en una unidad de tiempo.

**Transición demográfica:** Son los cambios que se realizan en las distintas poblaciones. Actualmente esta se conoce a los cambios producidos de una



menor tasa de natalidad y mayor expectativa de vida dando como consecuencia el aumento de la población adulto mayor y disminución de niños-jóvenes <sup>(2)</sup>.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo y diseño

El presente estudio es de intervención, de enfoque cuantitativo; según la intervención del investigador es experimental; según el alcance, analítico; según el número de mediciones, longitudinal; según el momento de la recolección de datos, prospectivo.

**2.2 Diseño muestral:** Preexperimental, dado que se trabaja con un solo grupo de estudio.

### **Población universo**

Adultos mayores que se atiendan de forma ambulatoria en el servicio de geriatría del hospital de la Fuerza Aérea del Perú.

### **Población de estudio**

Adultos mayores con sensación de pérdida de masa o fuerza muscular que se atienden de forma ambulatoria en el Servicio de Geriatría del hospital de la Fuerza Aérea del Perú.

### **Tamaño de muestra**

Dado que la naturaleza de la investigación, se trabaja con una muestra pequeña, por lo tanto no se requiere calcular un tamaño de muestra. Actualmente se encuentran interesado en participar 24 adultos mayores.

### **Muestreo o selección de la muestra**

El muestreo fue no probabilístico, por conveniencia.

### **Criterios de selección**

### **Criterios de inclusión**

Pacientes:

- De ambos sexos mayores de 60 años.

- Refirieran sensación de debilidad muscular no siendo su motivo de consulta principal.
- Que se atiendan de forma ambulatoria en el servicio de geriatría del hospital de la Fuerza Aérea del Perú.
- Sin demencia.
- Independientes para actividades de la vida diaria.

### **Criterios de exclusión**

Pacientes:

- Con demencia.
- Con contraindicaciones médicas absolutas.
- Dependientes para actividades de la vida diaria.
- Que no desean ingresar a un programa de ejercicios (voluntario).

### **2.3 Técnicas y procedimientos de recolección de datos**

Para mantener un registro de su información inicial y las respectivas reevaluaciones se diseñó una ficha para recolección de datos (anexo1). Comprende inicialmente nombre, edad, sexo y número de histórica clínica. Se realizó una evaluación inicial previo al ingreso al programa y una segunda 6 meses posteriores al inicio. El médico estuvo encargado de realizar las evaluaciones mencionadas, las cuales se registraron en una única ficha. Debido a ser un programa de intervención de reciente creación, al momento existirá un único médico evaluador. Además, se registraron los siguientes datos que se encuentran dentro de la descripción en este proyecto y cuyas formas de medición se realizan a nivel internacional y regional:

- 1. Fuerza de prensión:** Se usó un dinamómetro electrónico de mano marca Camry EH101. Se pidió al paciente realice tres intentos , de pie, con el brazo estirado y relajado, usando la mano dominante. Se tomó el mejor valor de los tres intentos. Con este método midimos la fuerza muscular en

kg. En el caso de varones el punto de corte para referir prueba anormal es un valor <27kg y en mujeres <16.

2. **Rendimiento muscular:** Se utilizó la prueba Short Physical Performance Battery (SPPB) o en español conocida como La batería corta de desempeño físico. Dicha prueba tiene su versión al español y usada en latinos de Mejjico, Brasil, Colombia, Perú, etc. En un estudio realizado en Manizales- Colombia se encontró una fiabilidad muy buena 0.87 (IC95%: 0.77-0.93) demostrando ser válida y confiable.<sup>(58)</sup> La prueba cuenta con tres partes, cada una tiene un puntaje de 4, oscilando el resultado final del 0 al 12. El punto de corte tomado es <9 puntos.

Cada parte se explica:

- a. **Equilibrio:** Se pide al paciente realice tres pruebas estando de pie siendo cronometrada cada uno por diez segundos. La primera con los pies juntos, la segunda en semi tandem y la tercera en tandem. Cada una de las primeras dos pruebas si se llegan a completar marcan un punto. La tercera se puntua dependiendo del tiempo que se completó (anexo2) pudiendo ser 0, 1 o máximo 2 puntos).
- b. **Velocidad de marcha:** Se usó la prueba de velocidad de marcha de seis metros. Previamente se tiene un espacio designado donde se tiene separado con una marca de inicio, luego al metro siguiente hay otra marca. La siguiente marca está al quinto metro y luego una final a los seis metros. Cada paciente se le da la instrucción de caminar con la mayor velocidad posible desde el punto de inicio cero hasta el punto seis metros. El registro del tiempo, usando un cronómetro, se realizó tomando solo cuatro metros de marcha iniciando desde el metro inicial y culminando con el metro quinto ( ambas marcas mencionadas anteriormente). Se pidió que realice la prueba en dos oportunidades y se registró el mejor tiempo. El valor final se anotó en metros/segundos.
- c. **Prueba de la silla.** Se pide al paciente se sienta en una silla con los brazos cruzados. Se hace un intento de prueba donde debe levantarse y sentarse sin ayuda u apoyo de los brazos. Luego se le pide que debe

hacerlo cinco veces lo más rápido que pueda y este será cronometrado. El puntaje dependerá del tiempo en que le tome realizar (anexo 2).

- 3. Perímetro de pantorrilla:** Se evaluó usando un centímetro. Método indirecto para medir la masa muscular en el paciente. Se pidió al paciente que tome asiento con ambos miembros inferiores en noventa grados y la planta completamente en contacto con el piso. Se descubrió ambas piernas hasta el nivel de los gemelos y se midió usando un centímetro el grosor de la misma. Punto de corte fue <31cm.

Toda la información se registró en la ficha donde se llenó una simple filiación con nombre, edad, antecedentes médicos y fármacos que usa en el momento. Posteriormente dicha información se pasará a una ficha elaborada para esta investigación (anexo 1).

### **Programa de ejercicio multimodal**

La idea del programa fue realizado por un esfuerzo interdisciplinario. El objetivo era brindar ejercicios diferentes y personalizados a pacientes con condición física adecuada para mejorar su capacidad intrínseca. Se orientó a cubrir tres tipos de ejercicios: de balance, flexibilidad y resistencia con peso. Aunque está presente el ejercicio cardiovascular durante la fase de calentamiento, no se considera como parte del programa debido a su corto tiempo (8 minutos del total de la sesión).

El programa se realizó en el gimnasio de la institución equipado con 2 mini gimnasios, pelotas dinámicas, bandas elásticas theraband, mancuernas de 1 y 2 kg, 2 bicicletas estacionarias y 10 easy bike.

Los componentes del este programa de ejercicios:

- Buscar la seguridad de los participantes.
- La regularidad en su asistencia.
- Que sea progresivo.

- La intervención de grupos musculares grandes.
- Desarrollo de fuerza y resistencia muscular.
- Coordinación y flexibilidad.

Todos los participantes inició en una etapa de adaptación física donde predominaron ejercicios de estiramiento cuya duración fue de 1 mes.

### **Etapa de acondicionamiento físico:**

Iniciamos con la evaluación de cada paciente a su ingreso y reevaluaciones al final de cada mes.

El objetivo de la etapa de acondicionamiento físico es adaptar a los pacientes, en forma gradual, a las diversas posturas y movimientos que intervendrán en la etapa de fortalecimiento, así se realizarán:

- Desplazamiento lateral.
- Equilibrio en desplazamiento.
- Disociación de cintura escapular y pélvica.
- Giros.
- Movimientos de Flexibilidad ( estiramientos, diagonales,etc)

Frecuencia será 3 veces por semana. Como mínimo se acepta que el paciente participe en 2 días de los asignados.

La secuencia comienza con la relajación y en sus siguientes pasos:

- Respiración profunda.
- Movimientos de flexo-extensión suaves de cuello.
- Rotaciones de cuello suaves.
- Movimientos suaves de elevación y descenso de hombros.
- Apertura y cierre de manos.
- Respiración profunda.

Luego de procederá a realizar la fase de estiramiento:

- Estiramiento suave y progresivo de brazos
- Estiramiento de isquiotibiales
- Estiramiento de tronco

Fortalecimiento:

- bipedestación trabajo de cuádriceps
- flexo- extensiones
- trabajo de tríceps y bíceps
- fortalecimiento de pectorales
- abducción fortalecimiento
- combinando con trabajo de oblicuos.
- Trabajo con uso de theraband , mancuernas y/o balones con peso
- Uso de máquinas de ejercicios:
- Fortalecimiento de cuádriceps
- Fortalecimiento de pectorales
- Fortalecimiento de Bíceps y tríceps
- Fortalecimiento de serratos
- Fortalecimiento de dorsal ancho
- Fortalecimiento de trapecios

Se busca integrar ejercicios de grupos musculares grandes, y el equilibrio durante el desplazamiento, reforzando así la coordinación.

El uso de bandas y balones de peso así como mancuernas será progresivo:

- 1° actividad libre dirigida
- 2° actividad con theraband
- 3° actividad con peso de 1 Kg
- 4° actividad con pelotas dinámicas
- 5° uso de los easy bike

El trabajo de miembros superiores, estructuramos secuencias con el uso de Thera-Band:

Al 100% de estiramiento (2.1) color verde

Beneficios: Fortalecimiento y equilibrio en bipedestación.

El trabajo de fortalecimiento de miembros inferiores con uso de equipos como el easy bike:

Tiempo de 5 minutos

El uso de bicicleta y pesas : Bicicleta : tiempo de 5 a 8 minutos

Máquinas de ejercicios: El peso se aumentara gradualmente.

- Se inicia con el 40 % de peso de carga máxima en cada paciente.
- Con progresión a 50% y a 70 % de acuerdo a cada paciente.

El programa de ejercicio multimodal es grupal. Esto es debido a que es una forma de integrar, socializar y fomentar la adherencia al mismo. Se trabajó con dos grupos por día.

## **2.4 Procesamiento y análisis de datos**

Están organizados en tablas y gráficas con ayuda del programa SPSS Statistics versión 22.0 para Mac. Se analizarán los datos de manera descriptiva, reportando frecuencias y porcentajes para variables categóricas y promedios con sus desviaciones estándar para variables numéricas. El nivel de significancia fue de 0.05 (valor de p). Adicionalmente, se evaluó el cumplimiento de supuestos estadísticos para realizar un análisis bivariado, usando las técnicas de chi cuadrado y t de Student. Finalmente, evaluando el cumplimiento de supuestos estadísticos y la frecuencia de variables de interés, se evaluó la posibilidad de realizar un análisis de regresión para cuantificar la asociación entre variables de interés; posiblemente se ejecutó una regresión de Poisson o Logística, expresando los datos en razones de prevalencias u Odds ratio según sea el caso, con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.



## **2.5 Aspectos éticos**

- Se tuvo el permiso del Comité de Ética e Investigación del hospital de la fuerza aérea.
- Hubo responsable elección de la población.
- Consentimiento informado firmado previamente al ingreso.
- Los pacientes ingresaron de forma voluntaria y pudieron retirarse en cualquier momento.

### III. RESULTADOS

En un periodo de 2 años fueron evaluados 66 pacientes con la posibilidad de ingresar al programa. Todos fueron aptos e invitados a participar. Por diversas razones de índole personal 42 no participaron. De los 24 restantes, completaron el programa de 6 meses de duración, no reportándose lesiones mayores ni retiros durante ese periodo. La edad promedio fue  $75 \pm 7.01$  años (Tabla 1). Se dividió en tres categorías: 60-69 años siendo 5 participantes (20.83%), 70-80 años 14 participantes (58.33%) y >80 años 5 de ellos (20.83%).

En cuanto a sexo, del total 10 fueron participantes femeninos siendo el 41.67% y 14 masculinos lo que corresponde al 58.33%. La multimorbilidad se dividieron en tres categorías: 0 o ninguna, 1 y  $\geq 2$  comorbilidades. Se obtuvo en el primer grupo 6 participantes lo cual correspondió al 25%, con 1 comorbilidad estuvieron 9 participantes con un 37.5% y  $\geq 2$  comorbilidades 9 participantes dando 37.5%.

En la prueba del SPPB balance puntaje previo a la intervención fue  $3.08 \pm 0.97$  y post intervención  $3.92 \pm 0.28$  con un valor de  $p < 0,0002$  (Tabla 2). La velocidad de marcha se obtuvo en segundos pre intervención  $3.12 \pm 0.64$  y post  $2.47 \pm 0.58$  con valor de  $p < 0,0006$ . Cuando se midió velocidad de marcha por m/s se encontró  $1.32 \pm 0.29$  pre intervención y posterior  $1.71 \pm 0.54$  con un valor de  $p < 0.003$ .

SPPB silla en segundos se encontró previo  $11.16 \pm 4.76$  y  $8.85 \pm 3.22$  posterior con un valor de  $p < 0.05$ . La fuerza de presión se midió por kilogramos dando como resultado previo a la intervención  $26.89 \pm 7.13$  y posterior a la misma  $29.28 \pm 8.40$  con un valor de  $p < 0.3$ .

La medición del diámetro de pantorrilla fue en centímetros tanto en la pantorrilla derecha como izquierda. El diámetro de la pantorrilla derecha previo a la intervención  $34.39 \pm 2.76$  y posterior  $34.50 \pm 2.57$  con un valor  $p < 0.9$  y de la pantorrilla izquierda fue  $34.00 \pm 2.88$  y  $34.10 \pm 2.73$  respectivamente con un valor de  $p < 0.9$ .

Tabla 1 Característica de la población

Variable		media	porcentajes
edad		75 ± 7.01	
edad en categorías			
60-69		5	20.83%
70-80		14	56.33%
>80		5	20.83%
sexo			
femenino		10	41.67%
masculino		14	58.33%
comobilidades n%			
	0	6	25%
	1	9	37.5%
	≥2	9	37.5%

Tabla 2 Análisis Programa de ejercicios multimodal pre y post

		Pre	Post	valor de p
SPPB				
SPPB balance puntaje		3.08±0.97	3.92±0.28	0.0002
SPPB velocidad marcha seg		3.12±0.64	2.47±0.58	0.0006
SPPB velocidad marcha m/s		1.32±0.29	1.71±0.54	0.003
SPPB silla seg		11.16±4.76	8.85±3.22	0.05
SPPB total score		10.21±1.74	11.42±1.02	0.005
fuerza de prensión kg		26.89±7.13	29.28±8.40	0.3
pantorrilla derecha		34.39±2.76	34.50±2.57	0.9
pantorrilla izquierda		34.00±2.88	34.10±2.73	0.9

## IV. DISCUSIÓN

En la población adulta mayor existe una reducción de la masa y de la función muscular. La sarcopenia y la fragilidad son síndromes geriátricos importantes que pueden llevar a mayor morbilidad, caídas, pérdida de la independencia, hospitalizaciones y mortalidad <sup>(6,7,8,9,10,13,19)</sup>.

La fuerza muscular se reduce 12-15% por década a partir de los 50 años pudiendo hasta llegar a ser el 50% en mayores de 80 años <sup>(19,61)</sup>.

La importancia de medir e intervenir sobre la función muscular ha tomado mayor relevancia en los últimos años <sup>(30)</sup>. En diversos estudios donde se realizaron ejercicios multimodales en adultos mayores se comprobó la mejoría de la fuerza y rendimiento muscular <sup>(60)</sup>. Además se ha visto que es una intervención significativamente superior a otras como la farmacológica, nutricional u hormonal <sup>(57)</sup>. Este es el primer programa de ejercicios estructurado personalizado y orientado a mejorar la función muscular en adultos mayores en el Hospital de la Fuerza Aérea. Retirar la etiqueta, donde las personas adultas mayores no puedan realizar ejercicios musculares, no es cosa fácil. Este rótulo ha hecho que se incrementen los pacientes con discapacidad física de forma alarmante.

En el presente estudio se intervino a un grupo de 24 pacientes, que durante el periodo de 6 meses formaron parte del programa de ejercicios multimodal con la finalidad de mejorar la función muscular. En numerosas investigaciones han identificado una correlación no lineal entre el declive de la masa y la fuerza, siendo este último un mejor indicador de disfunción muscular <sup>(59)</sup>. La edad promedio fue de  $75 \pm 7.01$  años siendo más de la mitad (58.33%) dentro de la categoría entre 70-80 años lo cual le da más relevancia debido a ser una población, por rango de edad, más vulnerable. En un metaanálisis sobre ejercicios de resistencia donde incluyó 1079 individuos la media de edad fue  $67.4 \pm 6.3$  años <sup>(59)</sup>. Asimismo en un estudio sobre un programa de ejercicios

realizado en nuestro país el promedio de edad fue similar  $77.6 \pm 7.1$  <sup>(62)</sup>. Cuando se consultó sobre número de comorbilidades, 6 de los participantes no refirieron alguna relevante, 9 de los participantes al menos contaban con una y 9 refirieron tener al 2 o más enfermedades. Se analizó la prueba de SPPB que nos ayuda a evaluar de forma global el rendimiento físico. Al contar con tres categorías se encontró información importante. En el área de balance se encontró un impacto positivo a favor de la intervención. Esto puede deberse a que parte del programa se trabaja equilibrio en conjunto a fortalecimiento muscular. Cuando se midió velocidad de marcha con la prueba de los 4 metros se encontró un impacto positivo aun cuando el promedio basal de los pacientes, antes de la intervención, era bueno. La prueba de la silla, la tercera parte de SPPB, fue tomada en segundos. En el último consenso europeo de sarcopenia se considera una alternativa para la medición de la fuerza muscular <sup>(19)</sup>. Esto es importante mencionar porque en este estudio no hubo significancia estadística en evaluación de la fuerza de prensión en kilogramos ( $p < 0.3$ ), pero si se observó un impacto positivo en la prueba de la silla.

Este hallazgo se contrasta con otros estudios de fortalecimiento muscular donde sí se encontró una mejoría en la fuerza de prensión <sup>(62,63,64)</sup>. La diferencia se puede explicar por la predominancia de ejercicios orientados a fortalecer los paquetes musculares grandes de miembros inferiores. No hubo significancia estadística en el diámetro de ambas pantorrillas ( $p 0.9$ ). Si bien aún este método se encuentra descrito para medir la masa muscular <sup>(9,19,23,44)</sup>, es poco fiable en programas de intervención para la evaluar mejoría o seguimiento, teniendo mayor utilidad como predicción de disfunción muscular si se encuentra por debajo de lo normal <sup>(9,23)</sup>. En el estudio de Pantoja et al realizaron un programa de ejercicios a adultos mayores por 12 semanas con un SPPB basal  $7.0 \pm 1.6$  logrando una mejoría de  $2.6 \pm 1.8$  en el grupo de intervención <sup>(62)</sup>. En nuestro estudio el basal del SPPB fue más alto

(10.21±1.74) lo cual refleja un mejor rendimiento muscular previo a la intervención y aun así se observó un impacto positivo en 1.21±1.44. Cabe destacar que este programa de ejercicios multimodal incluyó fortalecimiento muscular con peso, diferenciándolo del estudio mencionado, donde se utilizó un programa de ejercicios fisioterapéuticos <sup>(62)</sup>. En otro estudio por Rodríguez-Mañas et al realizaron un programa de ejercicios multimodal en población frágil con diabetes mellitus tipo 2 durante doce meses, encontrándose mejoría en la prueba de SPPB en 0.85 post intervención, además de menor costo en atención de servicios de salud y sin eventos adversos serios <sup>(65)</sup>. Estos hallazgos corroboran la efectividad y seguridad de la intervención de los ejercicios multimodal comparable a nuestro estudio. Nuestro programa de ejercicios multimodal es una herramienta personalizada desarrollada para adultos mayores que podría ser implementada en el primer nivel de salud con la finalidad de alcanzar los objetivos sugeridos a nivel internacional de mejorar la capacidad intrínseca y prevenir la fragilidad<sup>(45)</sup>.

## **CONCLUSIONES**

El programa de ejercicios multimodal en adultos mayores pertenecientes a la fuerza aérea del Perú tiene un impacto positivo en la función muscular.

El programa de ejercicios multimodal tiene un impacto positivo en el balance y rendimiento físico en adultos mayores del hospital de la fuerza aérea.

## **RECOMENDACIONES**

El programa de ejercicios multimodal es una herramienta útil que debe extenderse al nivel primario de atención de la población perteneciente de la Fuerza Aérea del Perú. Se recomienda la capacitación de personal no perteneciente al área de salud para que pueda ser promotor del mismo. Además sería bueno probar este programa en otro tipo de población y realidad de nuestro país.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Knickman J R and Snell E K. The 2030 Problem: Caring for Anging Baby Boomers. Health Serv Res 2002 Aug;37 (4): 849-884).
2. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud [Internet]; .2015. [Citado el 23 de agosto 2018]. Disponible en: <http://www.who.int>.
3. Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y salud. [Internet]; 2018. [Citado el 5 de febrero 2018].Disponible en: web [www.who.int/es](http://www.who.int/es)
4. Rosemberg IH. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. American Society for Nutritional Sciences 1997.
5. Cesari M et al. Sarcopenia and physical frailty: Two sides of the same coin. Front Aging Neurosci.2014 jul 28;6:192
6. Parodi JF, Runzer-Colmenares FM, Altuna-Venegas S, Aliaga-Vega R, Maguiña JL. Risk of community-acquired pneumonia in older adults with sarcopenia of a hospital from Callao, Peru 2010–2015. Arch Gerontol Geriatr [Internet]. 2019 Jan 29 [cited 2019 Jan 30];82:100–5. Availablefrom: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167494319300081>
7. Runzer Colmenares FM, Morante Rocío PJF. Gait speed and grip strength: Physical frailty criteria and its association with mortality in peruvian elderly. J Lat Am Geriatr Med [Internet]. 2017 [cited 2018 May27];3(2):43–7.Available  
[http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=110463&id\\_seccion=5799&id\\_ejemplar=10773&id\\_revista=378](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=110463&id_seccion=5799&id_ejemplar=10773&id_revista=378)
8. Runzer-Colmenares FM, Urrunaga-Pastor D, Aguirre LG, Reategui-Rivera CM, Parodi JF, Taype-Rondan A. Fragilidad y vulnerabilidad como predictores de radiotoxicidad en adultos mayores: un estudio longitudinal en Perú. Med Clin (Barc) [Internet]. 2017 Oct [cited 2017 Apr12];149(8):325–30.

Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025775317301860>

9. Parodi JF, Nieto-Gutierrez W, Tellez WA, Ventocilla-Gonzales I, Runzer-Colmenares FM, Taype-Rondan A. Velocidad de marcha y desarrollo de trastornos neurocognitivos en adultos mayores: resultados de una cohorte peruana. Rev Esp Geriatr Gerontol [Internet]. 2018 Apr [cited 2018 Mar 1];53(2):73–6. Available from: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-geriatria-gerontologia-124-articulo-velocidad-marcha-desarrollo-trastornos-neurocognitivos-S0211139X17301737>
10. Estela-Ayamamani D, Espinoza-Figueroa J, Columbus-Morales M, Runzer-Colmenares F, Parodi JF, Mayta-Tristán P. Rendimiento físico de adultos mayores residentes en zonas rurales a nivel del mar y a gran altitud en Perú. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2015 Apr;50(2):56–61.
11. Janssen I, PhD, Heymsfield SB., Robert R, PhD. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. JAGS 2002 50;889-896.
12. Goodpaster B H. et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2006 Oct;61 (10):1059-64.
13. Cruz-jentoft A et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Age and Ageing; 2010 1-12.
14. Shaflee G et al. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. Journal of Diabetes and Metabolic Disorders 2017 16:21.
15. Urrunaga-Pastor D et al. Factors associated with poor balance ability in older adults of nine high-altitude communities. Arch Gerontol Geriatr 2018 Jul-Aug;77:108-114.
16. Gray WK, Richardson J, McGuire J, Dewhurst F, Elder V, Weeks J, et al. Frailty Screening in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review. J Am Geriatr Soc. 2016 Apr;64(4):806–23.

17. Varela-Pinedo L, Ortiz-Saavedra PJ, Chávez-Jimeno H. Síndrome de Fragilidad en adultos mayores de la comunidad de Lima Metropolitana. *RevSocPeruMed Interna* 2008;vol21
18. Liang-Kung Chen MD, PhD et al. Sarcopenia in Asia: Consensus Report of the Asia Working Group for Sarcopenia. *JAMDA* 15 (2014) 95-101.
19. Cruz-jentoft A et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*; 2018 0: 1-16.
20. Batsis JA, Barre LK, Mackenzie TA, Pratt SI, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Variation in the prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in older adults associated with different research definitions: dual-energy X-ray absorptiometry data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. *J Am Geriatr Soc.* 2013 Jun;61(6):974-80. doi: 10.1111/jgs.12260. Epub 2013 May 6
21. Batsis JA<sup>1</sup>, Barre LK, Mackenzie TA, Pratt SI, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ Sarcopenia, Sarcopenic Obesity and Functional Impairments in Older Adults: NHANES 1999-2004. *Nutr Res.* 2015 December; 35 (12): 1031-1039
22. Beaudart C, Reginster J.Y, Slomian J, Buchinx F, Locquet M, Bruyere O. Prevalence of sarcopenia: the impact of different diagnostic cut – off limits. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2014;14(4):425-431.
23. Mishell G, Diaz Villegas, Runzer F. Relación entre circunferencia de pantorrilla y velocidad de marcha en pacientes adultos mayores en Lima, Perú. *Revista Española de Geriátría y Gerontología* 2015 volumen 50 ,issue 1, enero-febrero , paginas 22-25.
24. Wang H, Hai Sh, Cao L, Jianghuazhou, Ping Liu and Bi-Rong Dong. Estimation of prevalence of sarcopenia by using a new bioelectrical impedance analysis in Chinese community-dwelling elderly people. *BMC Geriatrics* 2016 16;216
25. Newman AB. Strength, but not muscle Mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *Journal of gerontology: medical sciences* 2006 Vol 61A, No 1,72-77

26. Landi F MD, PhD et al. Age related Variations of muscle mass, strength, and physical performance in community dwellers: result from the Milan EXPO survey. *JAMDA* 2016 1.e1-1e8.
27. Kelley GA, Kelley KS. Is sarcopenia associated with an increased risk of all cause mortality and functional disability?. *Exp Gerontol* 2017 oct 1;96:100-103
28. Beaudart Ch et al Sarcopenia: Burden and challenge for public health. *Archives of public health* 2014, 72,45
29. Dos Santos L et al. Sarcopenia and physical independence in older adults: the independent and synergic role of muscle mass and muscle function *Journal of cachexia, Sarcopenia and muscle* 2017; 8:245-250
30. Hagerman FC et al. Effects of High-Intensity Resistance Training on Untrained Older Men. I. Strength, Cardiovascular, and Metabolic *J Gerontol a Biol Sci Med Sci* 2000 Jul, Vol. 55A, No. 7, B336–B346
31. Frontera WR. The importance of strength training in old age. *Rev Bras Med Esport-vol 3. N 3 jul/set 1997.*
32. Kemmler W, von Stengel S., Engelke K, Haberle L, Mayhew JI, Kalender WA. Exercise, body composition, and functional ability: a randomized controlled trial. *Am J Prev Med* 2010 Mar;38(3):279-87
33. Palop MV, Párraga JA, Lozano E y Arteaga M. Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. *NutrHosp* 2015; 31(4):1481-1490.
34. Ávila-Funes JA, García-Mayo EJ. Beneficios de la práctica del ejercicio en los ancianos. *GacMed Mex Vol 140 No 4, 2004.*
35. Suetta C et al. Resistance Training in the elderly postoperative phase reduce hospitalization and leads to muscle hypertrophy in the elderly hip surgery patients- a controlled, randomized study. *J Am Geriatr Soc* 2004 dec;52(12):2016-22.
36. Suetta C, Magnusson SP, Beyer N, Kjaer M. Effect of strength training on muscle function in elderly hospitalized patients. *Scand J Med sci Sports* 2007; 17:464-472.

37. Fielding RA, LeBrasseur NK, Cuoco A, BeanJ, Mizer K, Flatarone Singh MA. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older woman. J Am Geriatr 2002 Apr;50 (4):655-62.
38. González-González DR, López-Salazar AM, González-Correa CH. Resultados Preliminares de un estudio sobre prevalencia de sarcopenia en ancianos. ACCG 2015 volumen 29 número 1 enero –marzo.
39. Chumlea et al Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. Int J ObesRealtMetabDisord. 2002 Dec; 26(12) 1596- 1609
40. Chien et al. Prevalence of Sarcopenia Estimates Using a Bioelectrical Impedance Analysis Prediction Equation in Community-Dwelling Elderly People in Taiwan. J Am Geriatr Soc. 2008.Sep;56 (09):1710-1715.
41. Morley JE et al. Frailty consensus: a call to action. J Am Med Dir Assoc,2013;14(6):392-7.
42. Fried LP et al. Frailty in older adults: evidence of a phenotype. J GerontolA Biol Sci Med sci. 2001;56(3): M146-156.
43. Palacios M, Christine Dejo Seminario, Percy Mayta-Tristán Rendimiento físico y fuerza muscular en pacientes adultos mayores con diabetes y sin diabetes de un hospital público de Lima-Perú. Revista de Endocrinología y Nutrición 2015.
44. Runzer F. Fragilidad en adultos mayores y su asociación con dependencia funcional; [Internet]; 2012. [Citado el 15 de noviembre 2018]. Disponible en: <http://repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/1376>.
45. Organización Mundial de la Salud. Integrated care for old people. Guidelines on community –level interventions to manage declines in intrinsic capacity [Internet]; .2017. [Citado el 28 de abril 2019]. Disponible en: <http://www.who.int>.
46. INEI. Situación de la población adulta mayor enero –febrero-marzo. informe técnico n.º 2 [Internet]; 2018. [Citado el 15 de noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe>.

47. Rolland Y. Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging* 2008; 12(7):433-450.
48. Da Silva T, et al. Prevalence and associated factors of sarcopenia among elderly in Brazil: Findings from the sabe study. *J Nutr Health Aging* 2014 mar; 18(3):284-90.
49. Yu S, Appleton S, Adams R, Chapman I, Thavarajah G, 4 and Renuka Visvanathan The Impact of low muscle mass definition on the prevalence of sarcopenia in Older australians *bioMed Research International* Article 2014 ID 361790, 7 pages.
50. Vergara JC, Paz M, Candelario I y Sanz Sánchez M. Sarcopenia y dinapenia en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en un área rural de Castilla-La Mancha. *REV CLI MED FAM* 2017; 10(2): 86-95.
51. Sáenz MA et al. Dinapenia y function musculo-esquelética en los pacientes mayors 65 años. *REV CLI MED FAM* 2018; 11(1):8-14.
52. Yuki A, Ando F, Otsuka R and Shimokata H. Sarcopenia based on the Asian Working Group for Sarcopenia criteria and all-cause mortality risk in older Japanese adults. *GeriatrGerontol Int* 2017.
53. Sangoon Nam, PhD,MS, Soham AI Snih, MD, PhD, and Kyriakos Markides, PhD. Lower Body Function as a Predictor of Mortality over 13 year of Follow up: Findings from the Hispanic EPESE. *GeriatrGerontol Int* 2016 December; 16(12):1324-1331
54. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am MedDirAssoc.* 2014Feb;15(2):95-101. doi: 10.1016/j.jamda.2013.11.025.
55. Shaw SC, Dennison EM, Cooper C. Epidemiology of sarcopenia: Determinants throughout the lifecourse. *Calcif Tissue Int* (2017) 101:229-247.

56. Morandi A et al. The association between the probability of sarcopenia and functional outcomes in older patients undergoing in – hospital rehabilitation. *JAMDA* 16 (2015) 951-956.
57. Mata-Ordóñez et al. Entrenamiento de la fuerza y sarcopenia. evidencias actuales *Journal of Sport and Health Research* 2013, 5(1):724.
58. Gómez JF et al. Validez y confiabilidad de la batería corta de desempeño físico (SPPB): un estudio piloto sobre la movilidad en los Andes colombianos. *Colombia Médica- Vol 44 No3,2013 (jul-sep)*.
59. Peterson MD et al. Resistance Exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2010 July; 9(3):226-237.
60. Montero-Fernández N, Serra-Rexach J.A.. Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *EUR J PHYS REHABIL MED* 2013;49:13143.
61. Nakano MM et al. Physical performance, balance, mobility, and muscle strength decline at different rates in elderly people. *J.Phys. Ther. Sci* 26:583-586,2014.
62. Pantoja MC, López-Mendoza M, Mayta-Tristán P. Efecto de un programa de ejercicios fisioterapéuticos sobre el desempeño físico en adultos mayores institucionalizados. *Rev Esp Geriatr Gerontol*,2014;49(6):260-265.
63. Cuellar CS et al. Programa de ejercicio físico para los adultos mayores del Club Nueva Vida de la ciudad de Tunja. *Rev.Cienc.Salud.Bogotá (Colombia)* 5 (2):60-71, julio-setiembre de 2007.
64. N Martínez-Velilla et al. Effect of exercise intervention on functional decline in very elderly patients during acute hospitalization a randomized clinical trial. *JAMA Intern Med* 2018 Nov 12 doi:10.1001/jamaintermmed.2018.4869.
65. Rodriguez-Mañas L et al. Effectiveness of a multimodal intervention in functionally impaired older people with type 2 diabetes mellitus. *J caquexia sarcopenia muscle.* 2019 Apr 23.





## ANEXO

### Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

<b>Nombre</b>					
<b>Edad</b>		<b>Sexo</b>			
<b>H CI</b>		<b>F. Ingreso</b>		<b>F. Egreso</b>	
<b>Antecedentes</b>					
<b>Medicación</b>					

	<b>ITEM</b>	<b>Fecha PRE</b>	<b>Valor</b>	<b>Fecha POST</b>	<b>Valor</b>
<b>Médica</b>	SPPB				
	VM				
	Dinamometría				
	Peso				
<b>Nutrición</b>	Talla				
	IMC				
	MNA				
	Albumina				
	R Max. MMSS				
<b>Rehabilitación</b>	R Max. MMII				
	Fuerza				
	Flexibilidad				
	Postura				
	Movilidad				

## **Anexo 2. Consentimiento Informado**

La sarcopenia, es una causa importante de pérdida de calidad de vida en adultos mayores debido a la reducción de la función del músculo. Existen algunos factores del entorno y del mismo cuerpo que pueden hacer que los adultos mayores presenten este fenómeno. Está asociado con caídas, pérdida de independencia y riesgo de mortalidad, por lo que es muy importante diagnosticarlo de manera precoz..

### **Propósito del estudio**

Estamos haciendo este trabajo de investigación para poder ver el impacto que puede tener un programa de ejercicios multimodal sobre la fuerza muscular de los adultos mayores y evaluar la mejoría de la función muscular.

### **Métodos que se utilizará**

Se invitará a todo adulto mayor que acuda al consultorio del Centro Geriátrico de la Fuerza Aérea del Perú para que completen una evaluación que incluye preguntas que se refieren a datos personales como el sexo, edad, comorbilidades y uso de medicación. Pasando luego a una evaluación médica y valoración de la función muscular. Luego ingresará al programa de ejercicio multimodal donde será monitorizado constantemente por una terapeuta físico y un médico geriatra.

### **Riesgos**

Debido a la intervención con ejercicios de resistencia usando peso, existe el riesgo potencial de lesiones musculares-tendinosas o alguna descompensación cardio vascular.

### **Beneficios**

Los beneficios del ejercicio son múltiples. Potencialmente generará mayor fuerza muscular lo cual le brindará mayor estabilidad, menor riesgo de caídas y menor morbilidad. Esto con la finalidad de mantener una independencia en las actividades de la vida diaria. Además como se sabe el ejercicio tiene otros beneficios como controlar la presión arterial, reducir los índices de colesterol y glucosa, reducir el riesgo de depresión y fomentar la sociabilización.

### **Confidencialidad**

Nosotros nunca utilizaremos la información de forma individual, solo se publicarán los resultados de todos los encuestados juntos a menara de promedios, porcentajes y medidas generales de cómo se asocian. Su número de historia clínica será guardado en un lugar aparte, bajo llave y seguridad permanente.

**LA PARTICIPACION EN EL PRESENTE ESTUDIO ES TOTALMENTE VOLUNTARIA, USTED PUEDE NEGARSE SIN TENER QUE DAR NINGUNA RAZON NI TENER FUTUROS INCONVENIENTES EN SUS ATENCIONES EN EL CENTRO.**

Yo, \_\_\_\_\_ con DNI  
Número \_\_\_\_\_ luego de haber leído y entendido para qué es este estudio, como es que voy a participar y sabiendo que no ocurrirá nada en contra de mí o mi tratamiento si decido no participar, acepto participar en este estudio.

-----  
Firma de Paciente y/o familiar / cuidador

-----  
Firma de  
investigador

FECHA: \_\_\_\_\_

Si usted tuviera alguna consulta sobre el proyecto, o si de alguna forma en el presente estudio si han vulnerado sus derechos tuviera alguna consulta, por favor comuníquese con la Comité de Ética con Dr. Amador Vargas Guerra de la USMP: 4951390/3652300 anexo 160 ó al doctor encargado Ian Falvy Bockos al 965960514