

**“ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE FUNCIÓN
PULMONAR, CALIDAD DE VIDA, MORFOLÓGICAS Y FUNCIONALES EN
PERSONAS MAYORES: ANÁLISIS BASAL PREVIO A LA APLICACIÓN DE
UN PROTOCOLO ADAPTADO DEL PROGRAMA VIVIFRAIL”**

Autores:

MATIAS CAREAGA GONZALEZ
MARTÍN MOYANO FERNÁNDEZ
SOFÍA PALMA GÓMEZ
LAIZ SAN MARTÍN PAULI

Profesores guías- co/guías :

PAMELA SOTO DROGUETT
CARLOS VARGAS DONOSO

Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina

Universidad de Valparaíso

1.Introducción:	3
2.Abreviaturas	6
3.Marco Teórico.....	7
3.1 Envejecimiento	7
3.2 Sarcopenia	9
3.3 Calidad de vida.....	11
3.4 Función Pulmonar.....	14
3.5 Imagenología.....	15
3.6 Ejercicio Físico en Envejecimiento.....	17
3.7 Ejercicio físico.....	17
3.7.1 VIVIFRAIL.....	17
3.7.2 Fuerza muscular.....	19
4. Metodología.....	19
4.1 Objetivo General.....	19
4.2 Objetivos Específicos:	19
4.3 Tipo de estudio y Diseño de Investigación	20
4.4 Hipótesis	20
4.5 Población y Muestra	20
4.6 Muestra	21
4.7 Estimación y n de muestra	22
4.8 Reclutamiento muestra	23
4.9 Definición de Variables.....	24
4.10 Instrumentos y Materiales	27
4.11 Procedimientos.....	29
4.11.1 Aplicación del Programa de Ejercicios Físicos Adaptado VIVIFRAIL	29
4.11.2 Medición de Parámetros Morfológicos	32
4.11.3 Medición de Parámetros Funcionales	34
4.11.4 Medición de la Calidad de Vida	35
5. Procesamiento de los datos y pruebas estadísticas	36
6. Aspectos Éticos	37
7. Resultados.....	37
7.1 Resultados preliminares: Descriptivos de la población previo a la intervención.....	37
7.1.1 Caracterización de la muestra	37
7.2 Resultados de variables antropométricas.....	38
7.3 Resultados de variables funcionales.....	39
7.4 Resultados de variables de Calidad de Vida	43

7.5 Resultados de variables morfológicas.....	44
7.6 Resultados correlacionales	47
8. Discusión.....	49
9. Conclusiones	52
10. Proyecciones	52
11. Bibliografía.....	53

1.Introducción:

El programa VIVIFRAIL es una batería multicomponente de ejercicio físico desarrollada para aplicarse en personas mayores, y que permite clasificarlas según su fragilidad con el objetivo de mejorar la capacidad funcional, valores de sarcopenia, fuerza muscular y la preservación o mejoría del ánimo de los usuarios. El programa está diseñado con un enfoque personalizado, ajustando el ejercicio físico según la capacidad funcional de cada persona. Los parámetros modificables en la prescripción del ejercicio son la duración, la intensidad y la frecuencia del entrenamiento. (Izquierdo et al., 2016; Izquierdo, 2019)

Teniendo en consideración la aplicación de un programa para personas mayores, creemos relevante el uso de esta batería para los usuarios de nuestra sociedad, que como bien sabemos actualmente la esperanza de vida se ha incrementado, así como los avances en la medicina, lo que ha generado un aumento tanto en el crecimiento poblacional y en la proporción de personas mayores, se ha estimado que para el año 2030, 1 de cada 6 personas en el mundo tendrá 60 años o más. (OMS, 2022). Llevándonos a prestar gran atención a esta población que crece año tras año, a nivel nacional podemos decir que esta población representa alrededor del 19,6% de la población total, según los datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2022). En la región de Valparaíso, la población de personas mayores rodea el 18% de la población total en la región y que sigue aumentando de la mano con la línea de tendencia nacional de envejecimiento poblacional (Soy Chile, 2023).

Para esto se ha estudiado los efectos del ejercicio físico enfocado en personas mayores y el porqué de nuestro enfoque en conjunto con el programa VIVIFRAIL, ya que los efectos del ejercicio físico en nuestro sistema son variados, ya sea en

la salud cardiovascular, antropometría, capacidad funcional, autonomía, equilibrio, entre otros. (OMS, 2022).

Con el propósito de valorar de manera integral la condición física de las personas mayores, particularmente en las variables morfológicas incluidas en este estudio, y de estimar con precisión la magnitud de los efectos de la actividad física sobre el sistema musculoesquelético, se ha optado por incorporar la ecografía muscular como método de evaluación. La valoración de la calidad muscular adquiere especial relevancia clínica en esta población, dado que alteraciones como la sarcopenia y la infiltración grasa intramuscular pueden ser identificadas mediante técnicas ecográficas (El Assar et al., 2022; Fuentes-Abolafio et al., 2022; Voskuil et al., 2023). La ecografía muscular se ha consolidado como una herramienta accesible y no invasiva muy útil para la exploración del sistema musculoesquelético, permitiendo analizar parámetros morfológicos como el grosor muscular, la ecointensidad y otros indicadores asociados a la composición y estructura del tejido (Stock et al., 2021).

La integración de esta técnica permitirá no solo caracterizar el estado musculoesquelético basal previo a la aplicación del protocolo Vivifrail, sino también aportar información objetiva acerca de los posibles efectos de la actividad física en esta población. Adicionalmente, la evaluación ecográfica puede extenderse al músculo diafragma, estructura con un rol central en la función respiratoria y que, al igual que otros músculos esqueléticos, puede presentar cambios sarcopénicos con repercusiones en la capacidad funcional de las personas mayores (Siniscalchi et al., 2024).

Con respecto a la función respiratoria existe una disminución de esta función, causada por cambios fisiológicos, como la reducción del retroceso elástico pulmonar, una menor compliance, la disminución en la fuerza de los músculos respiratorios y la reducción de los volúmenes pulmonares (Acuña et al., 2019). Estudios basados en pruebas de espirometría y pimometría han demostrado que con el paso de los años se produce una disminución de la presión inspiratoria máxima (PIM) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1). Además, después de los 65 años se acelera la reducción de la capacidad vital forzada (CVF), afectando la funcionalidad general del individuo, aumentando su fragilidad. Por lo que la evaluación de la función pulmonar es clave para analizar los efectos de la aplicación de programas de ejercicio.

La calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) es un constructo multidimensional que abarca aspectos físicos, psicológicos y sociales del bienestar. En adultos mayores, el ejercicio físico regular se ha asociado con mejoras significativas en la CVRS, incluyendo aumentos en la funcionalidad

física, reducción del dolor y mejoría en la salud mental (Barceló Reyna, R., Ornelas Contreras, M., & Blanco Vega, H. 2021)

Hoy en día existen herramientas que nos permiten abordar la calidad de vida de manera integral, como el Cuestionario de Salud SF-36 que es utilizada y validada para evaluar la CVRS en diversas poblaciones, incluyendo adultos mayores, integrando salud emocional y salud física en 8 dimensiones. Su uso sería beneficioso para observar los cambios posteriores a la aplicación de un programa de ejercicios.

Diversos estudios actuales demuestran que uno de los problemas más frecuentes asociados al envejecimiento es la sarcopenia, una condición caracterizada por la pérdida progresiva de masa muscular, fuerza y rendimiento físico (OMS, 2022). En Chile, afecta al 39.6% de los mayores de 80 años (Yáñez-Yáñez & Cigarroa, 2021). Entre los principales factores de riesgo se encuentran la malnutrición, la inactividad física y la inflamación crónica (Sayer et al., 2024). Esta condición impacta negativamente en la autonomía de las personas mayores, aumentando el riesgo de caídas, fracturas y discapacidad. El tratamiento para la sarcopenia se basa en el ejercicio físico, combinado con intervenciones nutricionales y terapias antioxidantes, lo que ha demostrado ser eficaz para mitigar sus efectos (Sayer et al., 2024; Chen et al., 2022).

Para esto existen herramientas que nos permiten analizar la funcionalidad de los sujetos y relacionarlos a la existencia de sarcopenia presente en los sujetos, estas herramientas son objetivas para la evaluación y posible diagnóstico de la sarcopenia, que van desde la dinamometría para la medición de la fuerza de prensión manual, la velocidad de marcha y la prueba de incorporarse de la silla. (Lerena, V. S., et al., 2024)

En línea con lo anterior, un estudio realizado el 2024 en personas mayores de la ciudad de Valparaíso evaluó los efectos de la aplicación del programa VIVIFRAIL sobre parámetros REDOX, morfológicos y funcionales, tales como velocidad de marcha, dinamometría, entre otras. Los resultados mostraron mejoras significativas en cada uno de los parámetros estudiados tras la intervención, evidenciando que la implementación de un protocolo multicomponente puede generar cambios positivos tanto en la capacidad física como en las mediciones moleculares de estrés oxidativo asociadas al envejecimiento, lo cual se abordará con mayor detalle a lo largo de esta investigación. Los hallazgos de este estudio refuerzan la importancia de considerar al ejercicio físico como una herramienta eficaz para mejorar la salud de las personas mayores. Este antecedente resulta relevante, ya que mientras dicho estudio evaluó los cambios generados tras la intervención, la presente investigación se centra en analizar las variables anteriormente mencionadas, en conjunto con los nuevos parámetros de la fase preintervención añadidos en este proyecto con el objetivo de comprender sus correlaciones basales (Pacheco et al., 2024).

Por lo tanto, ¿Existe una correlación significativa entre los parámetros de función pulmonar y calidad de vida con las variables morfológicas y de rendimiento físico previo a la aplicación de un programa de ejercicio físico en una población de adultos mayores?

El presente estudio pretende generar evidencia sobre los beneficios de la evaluación de las variables previo a una intervención de ejercicio físico adaptado del programa VIVIFRAIL cuyo carácter multicomponente y adaptativo permite personalizar la intervención, haciéndola accesible y efectiva en distintos niveles de fragilidad. Al incorporar la evaluación de estos parámetros, se espera contribuir con información valiosa para fortalecer el diseño de estrategias preventivas y terapéuticas en el envejecimiento saludable. Los resultados de este trabajo podrían ser de utilidad para profesionales de la salud, y programas de intervención comunitaria, apoyando el desarrollo de políticas públicas centradas en la promoción de la autonomía y la funcionalidad en la vejez.

2. Abreviaturas

5-STTS: sit-to-stand test de 5 repeticiones
ACV: Accidente Cerebro Vascular.
ADN: Ácido Desoxirribonucleico.
ADNmt: Ácido desoxirribonucleico mitocondrial.
ADNn: Ácido desoxirribonucleico nuclear.
ARN: Ácido ribonucleico.
AGE: Producto Final de Glicación Avanzada.
ATP: Adenosin Trifosfato.
AWGS 2019: Asian Working Group for Sarcopenia consensus versión 2019.
CAPSI: centro de atención psicológica.
CESFAM: Centro de salud familiar.
CPT: Capacidad pulmonar total.
CRF: capacidad residual funcional
DC: Dolor corporal.
DG: Salud General.
EA: Enfermedad de Alzheimer.
ECV: Enfermedad Cardiovascular.
EFAM: Evaluación Funcional de Adulto Mayor.
EMPAM: Examen Médico Preventivo del Adulto Mayor.
EN: Enfermedad Neurodegenerativa.
ENT: Enfermedades No Transmisibles.
EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
EP: Enfermedad de Parkinson.
EWGSOP: European Working Group on Sarcopenia in Older People.
EWGSOP2: European Working Group on Sarcopenia in Older People 2.
FF: Función Física.

FS: Función Social.
FT: grosor de tejido graso subcutáneo
HC: Hipertrofia Cardíaca.
HFpEF: fracción de eyección conservada
HSC: células madre hematopoyéticas.
H₂O₂: peróxido de hidrógeno.
HFpEF: Fracción de eyección conservada.
IASP: Association for The Study of Pain.
IC: intervalos de confianza.
INE: Instituto Nacional de Estadísticas.
NOS: Óxido Nítrico Sintasa.
O₂: Oxígeno.
OA: Osteoartritis.
OP: Osteoporosis.
OMS: Organización Mundial de la Salud
PC: Proteínas carboniladas.
RE: Rol Emocional.
RF: Rol físico.
SF-36: Short Form 36 Health Survey.
SM: Salud Mental.
SPPB: Short Physical Performance Battery.
STS: Sit-to stand-to sit.
TNF- α : Factor de Necrosis Tumoral Alfa.
TUG: Timed up and Go
VC: Volumen corriente.
VEF1: Volumen inspirado en el primer segundo.
VY: Vitalidad.
ZOA: Zona de aposición del diafragma

3.Marco Teórico

3.1 Envejecimiento

Epidemiología del envejecimiento en Chile

El envejecimiento está vinculado a la acumulación de daños celulares y moleculares a lo largo del tiempo, lo que lleva a una disminución de las capacidades físicas y mentales, y un aumento en el riesgo de enfermedades crónicas, deterioro de la calidad de vida y mortalidad (OMS, 2022). A nivel mundial, la esperanza de vida está aumentando, y se espera que para 2030, una de cada seis personas tenga 60 años o más, con un notable aumento en la población de 80 años o más para 2050 (OMS, 2022).

En Chile, el envejecimiento poblacional es acelerado. Se proyecta que para 2031 las personas mayores superarán en número a los menores de 15 años, y para 2050 constituirán el 25% de la población. Se estima que el grupo de mayores de 64 años crecerá en más de 3 millones con respecto a la actualidad (INE, 2018).

El perfil epidemiológico en Chile muestra un predominio de enfermedades no transmisibles (ENTs), que son la principal causa de mortalidad y años de vida perdidos por discapacidad, especialmente en mayores de 50 años. Las proyecciones para 2030 indican que las ENTs seguirán siendo la principal causa de muerte y discapacidad en el país. Ante estos cambios demográficos y epidemiológicos, es crucial implementar estrategias preventivas para enfrentar los desafíos del envejecimiento y las ENTs en la población chilena.

El envejecimiento es un proceso degenerativo que resulta en una disminución de la reserva fisiológica en todos los sistemas y en un deterioro de la función de los órganos del cuerpo, mediado por factores celulares (ligados al deterioro en la estructura y función) y ambientales (relacionados a enfermedades y hábitos humanos) (Young, F., and Maguire, S. 2019).

La unión de estos elementos nos da a entender una arista de los posibles mecanismos del envejecimiento y que gracias a diversos estudios se han podido identificar algunos de los mecanismos fundamentales que incluyen la senescencia celular, el estrés oxidativo, la disfunción mitocondrial, la inflamación, la acumulación de productos de desecho, entre otros. (Asejeje, F. O., and Ogunro, O. B. 2024)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) nos encontramos en un panorama donde la esperanza de vida sobrepasa los 60 años, por lo que la población mundial de personas mayores se ha ido incrementando, ya sea en proporción como en cantidad. (OMS, 2022). Es por esto que debemos prestar atención a nuestras poblaciones más envejecidas, velando por un envejecimiento saludable.

Sin embargo, el envejecimiento también puede afectar nuestra salud física, el deterioro fisiológico ocurre en todos los sistemas de nuestro cuerpo, llevando a una disminución de la capacidad de mantener la homeostasis cuando nos encontramos frente a un factor estresor (Preston, J. and Biddell, B. 2021).

La función cognitiva es una de las afectadas, principalmente por pérdida neuronal, déficit en la función de neurotransmisores y reducción de la neurogénesis. En la fisiología respiratoria, la estructura pulmonar cambia, el retroceso elástico del pulmón disminuye, así como la fuerza de los músculos respiratorios y un aumento en la rigidez de la pared torácica. Como consecuencia a estos cambios, habrá una reducción en la capacidad vital forzada, VEF1 y capacidad vital y un aumento en la capacidad residual funcional. Y finalmente en el ámbito cardiovascular, el envejecimiento está asociado a rigidez de grandes arterias (aorta y carótidas), una eyección prolongada que aumenta las ondas arteriales anterógradas y retrógradas, elevando presiones sistólicas y de pulso, trabajo cardíaco y demanda de oxígeno. (Young, F., and Maguire, S. 2019)

La fragilidad frecuentemente se describe como un proceso de envejecimiento que lleva a la reducción de la reserva fisiológica y en la habilidad de afrontar el estrés, enfermedades o lesiones. La fragilidad puede verse exacerbada por exposición ambiental, enfermedades o malnutrición. Este concepto se puede englobar en sarcopenia, baja tolerancia al esfuerzo, pérdida de peso, debilidad y fatiga. (Young, F., and Maguire, S. 2019).

3.2 Sarcopenia

La Organización Mundial de la Salud (OMS) describe la sarcopenia como un trastorno musculoesquelético que afecta principalmente a los adultos mayores. Se caracteriza por una pérdida progresiva y generalizada de masa y función muscular, lo que impacta en la movilidad y aumenta el riesgo de discapacidad. Según la definición de consenso del Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores, la sarcopenia se considera una “enfermedad muscular” que involucra baja fuerza muscular, masa muscular reducida y un rendimiento físico bajo.

La sarcopenia es una condición relevante en el envejecimiento, caracterizada por la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular, que afecta la capacidad funcional de las personas mayores. Se asocia con una serie de factores, entre ellos, el estrés oxidativo y la inflamación crónica en los músculos, los cuales contribuyen a la reducción de la capacidad antioxidante celular y dificultan la regeneración muscular. Esta condición tiene una prevalencia alarmante, alcanzando el 39,6% en personas mayores de 80 años en Chile, y entre el 10 y el 27% a nivel mundial (Chen et al., 2022; Yáñez-Yáñez & Cigarroa, 2021).

Su etiología es compleja, pero para diferenciarla de otras causas de pérdida de masa muscular se han sugerido los conceptos de sarcopenia primaria (asociado al envejecimiento como única causa evidente) y sarcopenia secundaria (asociado a alguna condición de salud).

Como factores de riesgo de sarcopenia se pueden encontrar factores sociodemográficos, fumar, beber alcohol, problemas para dormir, comorbilidades, pero los más predominantes son la malnutrición e inactividad física

(Sayer, A.A., Cooper, R., Arai, H. et al. 2024)

El estrés oxidativo y la inflamación afectan directamente la activación de las células satélite musculares, inhibiendo su proliferación y diferenciación, lo que, a su vez, lleva a la pérdida de masa muscular. La sarcopenia no solo reduce la fuerza física, sino que también impacta en la calidad de vida, aumentando el

riesgo de caídas, pérdida de independencia y deterioro cognitivo en la población mayor (Carrillo-Cervantes et al., 2022; Yuan & Larson, 2023).

Dentro de la sarcopenia y su fisiopatología, destacan 5 marcadores de cambios moleculares y celulares asociados con el envejecimiento biológico, los cuales son:

- 1) Dis homeostasis iónica: cambios en las miofibras, ocurren modificaciones epigenéticas que cambian los patrones de transcripción genética acelerados por un estrés oxidativo elevado. Además, hay proteasas, la cual resulta en pérdida de masa muscular, todo esto influenciado por aumento del estrés oxidativo y reducción de disponibilidad de ATP en mitocondrias. Todo esto se ve reflejado en un impacto en el metabolismo de las miofibras y fatiga. Las uniones neuromusculares al estar en contacto directo con las miofibras para realizar la contracción de estas mismas, y el sistema neuromuscular en general, también pasarán por un proceso de remodelación extenso con la edad.
- 2) Sistema vascular: el cual es esencial para la contracción muscular, y el depósito de oxígeno y nutrientes durante el ejercicio físico. Con el envejecimiento, se produce una disminución en la perfusión vascular, lo que termina reduciendo la fuerza muscular por disminución de capilares y el contacto de estos con las fibras musculares.
- 3) Sistema neuronal: también cambia con el pasar de los años, especialmente la susceptibilidad de las neuronas motoras rápidas al daño oxidativo, que provoca la pérdida de la inervación en las fibras rápidas, lo que lleva a su posterior reinervación por parte de neuronas motoras lentas. Este proceso transforma estas fibras rápidas en lentas, lo que se traduce en una disminución de la velocidad y los reflejos. Además, se produce una pérdida de la retroalimentación sensorial proveniente de los husos musculares (o propioceptores) hacia los cuerpos celulares de las neuronas motoras en la médula espinal, lo que resulta en una reducción del equilibrio y las capacidades motoras para la marcha.
- 4) Disfunción de la MEC (matriz extracelular): hay un aumento de la rigidez generada por fibrosis (relacionada con la edad, exacerbada con el estrés oxidativo y reticulación del colágeno), lo cual genera consecuencias para la señalización y biomecánica.
- 5) Inflamación alterada: los cambios relacionados con el envejecimiento pueden provocar un entorno proinflamatorio con un amplio impacto sistémico incluyendo incluso una posible senescencia celular en el sistema musculoesquelético. (Granic, A. et al. 2023)

Los criterios diagnósticos para la sarcopenia fueron discutidos entre el Grupo Europeo de Trabajo en Sarcopenia en Personas Mayores 2 (EWGSOP2), la Asian Working Group for Sarcopenia consensus versión 2019 (AWGS 2019) y Sarcopenia Definitions and Outcomes Consortium (SDOC), donde se llegó al consenso de que una persona probablemente tiene sarcopenia si presenta baja

fuerza muscular o por lo menos uno de los componentes de la sarcopenia (baja fuerza muscular, baja masa muscular y bajo rendimiento físico)

Usualmente la fuerza muscular es medida con la fuerza de agarre usando un dinamómetro.

Se puede llegar a una estimación del nivel de severidad de sarcopenia a través de los resultados de los siguientes tests: short physical performance battery (SPPB), time up and go, velocidad de marcha, test de marcha de 400 metros y sit-to stand-to sit (STS). Ya que uno de los componentes que conforman la sarcopenia es el bajo rendimiento físico, el cual es un concepto multidimensional que entrega una visión general sobre la función muscular, locomoción y balance. (Sayer, A.A., Cooper, R., Arai, H. *et al.* 2024)

3.3 Calidad de vida

A medida que envejecemos nos encontramos con una serie de factores que pueden generar alteraciones en la salud mental de las personas mayores, las cuales se ven determinadas no solo por el envejecimiento físico, sino también por el entorno social y por los efectos acumulativos de los años anteriores. Según la Organización mundial de la salud (OMS), la exposición a las adversidades de la vida, las pérdidas de las capacidades y la disminución de la funcionalidad pueden provocar algún tipo de angustia que podemos relacionar a estas alteraciones en la salud mental. (Salud mental en adultos mayores, OMS, 2023)

Dentro de esta gran concepción de envejecimiento saludable se entabla el concepto de promover y prevenir en la salud mental, para esto es importante crear espacios físicos y sociales que nos permitan crear estrategias que puedan disminuir la presencia de factores de riesgo que nos puedan llevar a alguna alteración en la salud mental de las personas mayores. Para esto es importante tomar un enfoque en la calidad de vida de las personas mayores, que hoy en día con las nuevas crisis que se han visto en el último tiempo, tales como Pandemia COVID 19, conflictos sociales y políticos que han desencadenó en guerras y que tienen un gran efecto en la salud mental de las personas mayores. Según la Asociación Estadounidense de Psiquiatría Geriátrica durante la pandemia COVID 19 una serie de países decidieron que las personas mayores deberían ser aisladas como medida de protección a estos mismos, lo cual generaba un impacto negativo en la calidad de vida de las personas mayores. (Lavretsky H, Pot AM. Crisis global y salud mental y bienestar de los adultos mayores, 2024)

Es así como en los últimos 30 años se ha buscado indagar en la calidad de vida en poblaciones más envejecidas, especialmente porque se ha convertido en un gran predictor de enfermedades crónicas, tanto en ensayos clínicos, como en

salud pública y formación de recursos políticos. (Cox, DR, Fitzpatrick, R., Fletcher, A., Gore, SM, Spiegelhalter, DJ y Jones, DR ,1992). La relevancia en los estudios de calidad de vida viene acompañada de una serie de factores que tienden a ser ignorados por los servicios de salud, y que van más allá de las limitaciones físicas del usuario, como lo son el bienestar emocional y social, desde un punto de vista de la perspectiva de las personas mayores. (Haywood, KL, Garratt, AM y Fitzpatrick, R. , 2005)

Para esto se han creado una serie de instrumentos, cuyo objetivo principal es enfocarse en ciertos aspectos de la salud para las poblaciones de edad avanzada y la calidad de vida de estas poblaciones, que además toman en consideración las características de comorbilidad de los usuarios. Esto nos da la oportunidad de diferenciar el estado funcional, del bienestar del usuario. (Ware JE. SF-36 Health Survey, 1997)

En 1992 John E. Ware Jr. y colaboradores desarrollaron el cuestionario SF-36 (Short Form 36 Health Survey) como parte de un proyecto de estudio de resultados médicos, cuyo objetivo final es medir y caracterizar el estado multidimensional de salud del usuario o de una población. Este cuestionario evalúa aspectos de la calidad de vida en poblaciones adultas, consta de 36 preguntas las cuales miden 8 dimensiones o escalas de salud, los cuales se subdividen de esta forma:

- **Función Física (FF):** Limitaciones para realizar todo tipo de actividad física, tales como, bañarse, vestirse, caminar, agacharse, subir escaleras, levantar pesos y los esfuerzos moderados e intensos. (10 preguntas)
- **Rol físico (RF):** Problemas en el trabajo y otras actividades diarias como resultado de la salud física. (4 preguntas).
- **Dolor corporal (DC):** Intensidad del dolor y su efecto en el trabajo habitual, tanto en el hogar como fuera de casa (2 preguntas).
- **Salud General (SG):** Valoración personal de la salud que incluye la salud actual, las perspectivas de salud en el futuro y la resistencia a enfermarse (5 preguntas).
- **Vitalidad (VT):** Sensación de energía y vitalidad, en contraposición a la sensación de cansancio y agotamiento (4 preguntas).
- **Función Social (FS):** Interferencia con la vida social habitual debido a problemas físicos o emocionales (2 preguntas).
- **Rol Emocional (RE):** Problemas con el trabajo u otras actividades diarias como consecuencia de problemas emocionales (3 preguntas).
- **Salud Mental (SM):** Salud mental general, incluyendo depresión, ansiedad, control de la conducta o bienestar general (5 preguntas).

Posteriormente estas 8 dimensiones se resumen en un componente físico y un componente de salud mental, creemos importante destacar que esta encuesta

es bastante amigable para el usuario, ya que puede ser aplicada por el mismo, en un tiempo bastante corto y que no requiere algún conocimiento previo. (Superintendencia de Salud, Departamento de estudio y desarrollo, 2006)

Una vez contestado el cuestionario se calcula en escalas usando el método de Likert (Likert, 1932), que es un método de calificaciones sumadas que se fundamenta en varios supuestos sobre las propiedades de las escalas. Entre estos supuestos se incluye que las respuestas a los ítems dentro de la misma escala presentan una distribución similar y que las variaciones entre ítems son aproximadamente iguales. (Ware JE. SF-36 Health Survey, 1997)

Además, el método asume que cada ítem guarda una relación lineal significativa con la puntuación total de su escala, lo que se conoce como consistencia interna del ítem. El uso de cada ítem para evaluar únicamente una escala asume una validez discriminante significativa, lo que implica que cada ítem mide específicamente un concepto de salud sin solaparse con otros. Para validar este supuesto, se aplican métodos empíricos. Cuando se verifican estas condiciones, los ítems pertenecientes a la misma escala pueden ser puntuados directamente, sin necesidad de estandarización, y sumados para obtener resultados consistentes y confiables. (Ware JE. SF-36 Health Survey, 1997)

Ya que los datos han sido ingresados, al igual que los ítems y las escalas se deben seguir estos 3 pasos:

1. Recodificación de los 10 ítems: es el proceso de derivación de los valores de los ítems que serán utilizados para calcular las puntuaciones de la escala, comprobando los valores fuera de rango.
2. Cálculo de la puntuación de las escalas: proceso en el que se utiliza una fórmula que nos permite transformar las puntuaciones posteriormente.

Escala transformada = $[\text{puntuación n real cruda} - \text{puntuación cruda mas baja posible} / \text{máximo recorrido posible de la puntuación}] * 100$

3. Transformación de las puntuaciones a una escala de 0 a 100.

Las respuestas a las preguntas de cada dimensión se agregan y se convierten en puntuaciones entre los 0 y 100 puntos, donde 0 representa un estado de "mala salud" y 100 indica un estado de "buena salud". Este enfoque permite una interpretación clara de los resultados dentro de cada dimensión evaluada. (Alonso J, Prieto L, and Antó JM, 1995)

3.4 Función Pulmonar

El proceso de envejecimiento produce cambios estructurales y funcionales en el aparato respiratorio que afectan la eficiencia ventilatoria y la capacidad para responder al ejercicio. Estudios recientes que emplean ecografía diafragmática y medidas de función respiratoria muestran que la edad se asocia con disminución del espesor diafragmático, reducción de la fracción de engrosamiento y variaciones en la excursión diafragmática, hallazgos que se correlacionan con menor presión inspiratoria máxima en adultos mayores. Estos cambios sugieren que la evaluación integral de la función pulmonar debe incluir tanto pruebas de esfuerzo y presiones máximas como técnicas de imagen no invasivas para caracterizar el impacto del envejecimiento sobre la mecánica ventilatoria (Yamada et al., 2025; Siniscalchi et al., 2024).

La sarcopenia —la pérdida progresiva de masa y función muscular asociada a la edad— afecta no sólo la musculatura periférica sino también los músculos respiratorios, contribuyendo a la denominada “sarcopenia respiratoria”. Estudios poblacionales y revisiones recientes han mostrado asociaciones entre marcadores de sarcopenia (masa y fuerza muscular) y debilidad de la musculatura respiratoria, lo que puede traducirse en menor tolerancia al ejercicio y mayor dependencia funcional en mayores de 60 años (Inomoto et al., 2024; Beaudart et al., 2023). Incorporar mediciones de masa muscular, fuerza periférica y pruebas respiratorias permite identificar subgrupos con compromiso muscular general y respiratorio que podrían requerir intervenciones específicas antes de iniciar programas como Vivifrail.

La fuerza muscular respiratoria (medida por PIM/PEM) es un marcador funcional clínicamente accesible y ha mostrado utilidad como herramienta de cribado para detectar compromiso muscular en la vejez. Investigaciones recientes proponen puntos de corte de PIM/PEM para estimar probabilidad de sarcopenia y evidencian una correlación moderada–alta entre presiones máximas y parámetros de función (por ejemplo, capacidad de caminar y pruebas de fuerza periférica), lo que posiciona a las presiones respiratorias como indicadores prácticos de la capacidad funcional global (Park et al., 2024; Ladriñán-Maestro et al., 2024). Estos indicadores complementan la información que aporta la ecografía diafragmática, permitiendo evaluar tanto la estructura (espesor) como la función (fracción de engrosamiento) del músculo inspiratorio.

La ecografía diafragmática ha emergido como una técnica sensible y reproducible para valorar la estructura y dinámica diafragmática en población anciana; estudios de revisión y series clínicas reportan que parámetros ecográficos (espesor en reposo, fracción de engrosamiento y excursión) se asocian con volúmenes pulmonares, fuerza inspiratoria y desenlaces clínicos

relevantes. Por su carácter portátil y libre de radiación, la ecografía permite integrar medidas morfológicas del diafragma en el perfil funcional del adulto mayor, enriqueciendo la caracterización previa a intervenciones rehabilitadoras y facilitando el seguimiento de respuestas al programa Vivifrail (Siniscalchi et al., 2024; Yamada et al., 2025).

Finalmente, la calidad de vida relacionada con la salud (HRQoL) se ve afectada por la interacción entre envejecimiento, sarcopenia y deterioro de la función respiratoria: revisiones sistemáticas recientes muestran que la sarcopenia se asocia con puntuaciones inferiores en instrumentos como el SF-36 y que la debilidad respiratoria incrementa la probabilidad de limitación en actividades de la vida diaria y peor percepción de salud. Además, emergen evidencias que relacionan la llamada “sarcopenia respiratoria” con mayor riesgo de desenlaces adversos a largo plazo, lo que subraya la importancia de una evaluación basal completa (masa muscular, fuerza, presiones respiratorias y ecografía diafragmática) para priorizar y medir el impacto de programas multicomponentes como Vivifrail en la calidad de vida de las personas mayores (Beaudart et al., 2023; Zhu et al., 2025).

3.5 Imagenología

Para poder abarcar mucho más dentro de las intervenciones en sarcopenia, podemos analizar y observar los tejidos de las extremidades, incluyendo tejido muscular y adiposo principalmente. Para medir el tamaño y la calidad de los músculos, se utiliza la ultrasonografía, una técnica segura y no invasiva que permite obtener mediciones precisas del grosor muscular, así como la intensidad ecográfica asociada con la infiltración grasa de las fibras musculares (El Assar et al., 2022; Fuentes-Abolafio et al., 2022; Voskuil et al., 2023). La evaluación ecográfica de las extremidades inferiores ha demostrado ser efectiva como un método de detección de la sarcopenia en personas mayores, e incluso ha sido reconocida por el Grupo Europeo de Trabajo en Sarcopenia en Personas Mayores (European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)). El grosor muscular guarda una relación estrecha con la fuerza muscular sistémica. En este sentido, los cambios en el contenido del tejido muscular afectan la ecogenicidad, que es la capacidad del tejido para generar imágenes durante una ecografía. En adultos mayores de 50 años, la ecogenicidad aumenta progresivamente debido a la sarcopenia, que a su vez genera fibrosis muscular. La obesidad también influye en este proceso, ya que aumenta tanto la grasa subcutánea como la grasa intramuscular, llevando a generar imágenes hiperecogénicas (Siniscalchi et al., 2024).

La ecointensidad también es otro factor a medir en la evaluación ecográfica del músculo esquelético, la cual consiste y cuantifica la intensidad promedio de píxeles en un área de interés determinada. Esta ecointensidad se mide de 0 a 255 unidades arbitrarias, y va de los píxeles más negros a los más blancos. Bajos valores de ecointensidad son indicadores de una calidad muscular superior, por el contrario, altos valores de ecointensidad están asociados a deterioro muscular. Las personas mayores experimentan cambios en la ecointensidad asociados a la edad, por el aumento de adiposidad intramuscular y fibrosis tisular. Se han visto aumentos en la ecointensidad en personas mayores principalmente en los músculos bíceps braquial, cuádriceps femoral, isquiotibiales, tibial anterior, recto, oblicuos y transversos abdominales (Stock et al., 2021).

En un estudio realizado en personas mayores con insuficiencia cardíaca de fracción de eyección conservada (HFpEF), se observó que el grosor del tejido graso subcutáneo (FT) se correlacionará significativamente con la fuerza muscular (medida mediante la prueba sit-to-stand de 5 repeticiones (5-STs)) y la función física (evaluada con el SPPB, la prueba Timed Up and Go (TUG) y la prueba de caminata a velocidad usual (UGS)). Estos resultados sugieren que cambios en parámetros de ultrasonografía, como el FT, podrían ser indicadores válidos para reflejar mejoras en parámetros funcionales, como la fuerza, particularmente en respuesta a adaptaciones por ejercicio físico (Fuentes-Abolafio et al., 2022).

Además, el estudio de Simó-Serva et al. (2023) refuerza la importancia de la fuerza muscular y la ultrasonografía para evaluar la condición musculoesquelética de un individuo. Los autores crearon un modelo de regresión logística que utiliza la fuerza de prensión manual y el grosor de los músculos del muslo para predecir la sarcopenia. Esto es relevante porque sugiere que una condición musculoesquelética favorable podría indicar un mejor equilibrio entre las especies reactivas de oxígeno (ROS) y las defensas antioxidantes, según las vías previamente discutidas (PGC-1 α , AMPK y SIRT1), las cuales están vinculadas con la adaptación fenotípica de los músculos al ejercicio.

Por otro lado, es preciso observar ecográficamente el diafragma, músculo esquelético ubicado entre el tórax y la cavidad abdominal. Este tiene un rol protagónico en la homeostasis respiratoria, siendo por su misma naturaleza que se afecta por la sarcopenia en personas mayores (Siniscalchi et al., 2024).

La coexistencia de la debilidad y la reducción de la masa de los músculos respiratorios ha sido definida como “sarcopenia respiratoria”, para la cual la ecografía ha sido reconocida como una técnica útil y potencial en la evaluación de esta condición en el marco de la valoración geriátrica integral. Por otro lado, la atrofia en las fibras musculares diafragmáticas relacionada con la sarcopenia pareciera involucrar fibras tipo 1 y 2, reduciendo la fuerza y otros movimientos no ventilatorios (Siniscalchi et al., 2024).

La evaluación ecográfica del grosor y la función del diafragma es considerada segura, factible y precisa, ya que no se usa radiación ionizante, ni maniobras invasivas, además de que se puede ejecutar con equipo básico de ecografía para obtener una evaluación de alta calidad, como una sonda lineal de 5 a 12 MHz y una convexa de 3,5 a 5 MHz. Además, las ventajas de la ecografía de diafragma es que puede ser ejecutada en un entorno clínico desfavorable y con poco espacio, no requerir más de 15 minutos y usualmente menos de 10 minutos en manos expertas, poder realizarse incluso en la cama o habitación de un paciente, sin necesidad de transportarlo a servicios más especializados, y poder integrar imagenología a la historia clínica del paciente. Estas ventajas son muy evidentes y favorables en personas mayores (Siniscalchi et al., 2024).

3.6 Ejercicio Físico en Envejecimiento

A medida que el ser humano envejece se alteran funciones relacionadas al rendimiento físico, iniciando su declive entre los 60 y 70 años debido principalmente a la disminución del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx) y la velocidad del umbral de lactato. Es por esta razón que aquellos entrenamientos de tipo aeróbico y de resistencia tienen beneficios en parámetros como VO₂ máx, capacidad aeróbica, compliance arterial, flujo sanguíneo, entre otros. (Young, F. and Maguire, S. 2019)

Además, diversos estudios han comprobado que un nivel alto de ejercicio físico está muy asociado a bajo riesgo de cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares e infartos, y esto estaría relacionado también a un buen envejecimiento, entendiendo este concepto como la ausencia de síntomas depresivos, discapacidad, deterioro cognitivo, síntomas respiratorios y condiciones sistémicas. (Gopinath, B. et al. (2018)

3.7 Ejercicio físico

3.7.1 VIVIFRAIL

A partir de lo anteriormente expuesto, se puede establecer una relación entre el ejercicio físico moderado y la mejora de los parámetros redox, lo cual está respaldado por las vías relacionadas con el ejercicio y su impacto sobre los mecanismos redox, como se ha detallado en estudios previos (Mozaffaritarab et al., 2024; Thirupathi & de Souza, 2017). Esto hace que sea de gran interés investigar un programa de ejercicio que logre mejoras en los parámetros redox, las cuales podrían reflejarse en un aumento de la fuerza, el grosor y la calidad

muscular tras la intervención. Este objetivo es especialmente relevante en personas mayores, dada la prevalencia del estrés oxidativo asociado al envejecimiento. En este contexto, el programa VIVIFRAIL© se presenta como una opción ideal para evaluar su capacidad de generar cambios en los parámetros redox en personas mayores. Este programa incluye ejercicios de intensidad moderada, los cuales han demostrado ser eficaces para mejorar la fuerza en individuos con sarcopenia (Bandeira et al., 2019; Angulo et al., 2020), condición que ya ha mostrado beneficios al ser tratada con VIVIFRAIL© (Buendía-Romero et al., 2020). Como se mencionó previamente, la sarcopenia está relacionada con el estrés oxidativo en su patogénesis, lo que hace relevante explorar las modificaciones que pueda generar el programa en este sentido (Chen et al., 2022).

El programa VIVIFRAIL© fue cofinanciado por la Unión Europea con el objetivo de desarrollar estrategias para mitigar el envejecimiento acelerado. Es un referente internacional en intervenciones comunitarias para prevenir la fragilidad y las caídas en personas mayores de 70 años. El programa implementa un enfoque multicomponente que abarca ejercicios de fuerza y potencia en miembros inferiores y superiores, equilibrio, marcha, flexibilidad y resistencia (Izquierdo, 2019).

VIVIFRAIL© busca personalizar el tipo de ejercicio físico según las características individuales de cada persona, evaluando la capacidad funcional mediante la batería reducida de evaluación física Short Physical Performance Battery (SPPB). Este instrumento mide el equilibrio, la marcha en 4 metros y el test de levantarse y sentarse. Además, se realizan pruebas de velocidad de marcha en 6 metros y el test de levantarse y caminar (TUG, timed up and go) para evaluar el riesgo de caídas (Izquierdo, 2017). A partir de estos resultados, se asigna a cada persona un "pasaporte sanitario", que puede ser A, B, C o D, según su puntuación en el SPPB, lo que clasifica a la persona como "con discapacidad", "con fragilidad", "con pre-fragilidad" o "robusta", respectivamente. Este sistema permite prescribir un plan de ejercicio físico detallado, que incluye el procedimiento, la pauta de inicio, la frecuencia y la progresión para un seguimiento adecuado del programa. Las personas con riesgo de caídas reciben un pasaporte con el símbolo "+". (Izquierdo, 2019).

Además, el programa VIVIFRAIL© establece contraindicaciones para ciertas condiciones de salud que impiden la realización de ejercicio físico, y especifica precauciones, especialmente en casos de problemas cardiovasculares como infarto reciente, angina inestable, hipertensión no controlada, insuficiencia cardíaca aguda o bloqueo AV completo (Izquierdo, 2019).

En cuanto a la adherencia de los participantes, los estudios muestran que las personas mayores que han seguido el programa VIVIFRAIL© han mantenido una

adherencia media del 79% durante el primer mes, reduciéndose al 68% en los dos meses siguientes (Casas-Herrero et al., 2022).

Considerando los datos previos y el creciente número de personas mayores, junto con las condiciones de salud asociadas al envejecimiento, el ejercicio físico se plantea como una herramienta eficaz para contrarrestar y prevenir los efectos del estrés oxidativo, lo cual podría mitigar la patogenia de enfermedades no transmisibles (ENTs) que afectan las capacidades físicas y mentales, reduciendo así la calidad de vida. Sin embargo, aún se carece de evidencia suficiente sobre el impacto del programa VIVIFRAIL© en los parámetros redox, lo que presenta una oportunidad para investigar más a fondo esta relación. En este sentido, nuestra pregunta de investigación busca determinar si existe una relación entre la aplicación adaptada del programa VIVIFRAIL© y la modificación de los parámetros moleculares, además de explorar cómo estas modificaciones se asocian con cambios en la composición corporal, funcionalidad y la fuerza muscular en personas mayores.

3.7.2 Fuerza muscular

El ejercicio con bandas elásticas según un estudio de Chen et al. (2014) en el adulto mayor promete mejorar la fuerza de agarre en la población del adulto mayor, consiste en un programa llamado WSEB en el cual se establecen ejercicios de tren superior con bandas elásticas en dos niveles, básico y avanzado, donde el nivel básico consta de 4 ejercicios y el nivel avanzado de 6 ejercicios, la idea es entrenar a los pacientes los primeros 3 meses en el nivel básico y luego otros 3 meses en el nivel avanzado

4. Metodología

4.1 Objetivo General

Determinar la existencia de una correlación significativa entre las nuevas variables de función pulmonar y calidad de vida con variables morfológicas y de rendimiento físico en una población de adultos mayores, previo a la aplicación de un programa de ejercicio físico.

4.2 Objetivos Específicos:

1. Evaluar el estado de parámetros morfológicas, funcionales y de calidad de vida previo a la aplicación del programa de VIVIFRAIL.
2. Determinar la correlación entre la evaluación de la función pulmonar y el rendimiento físico.

3. Determinar la correlación entre la evaluación de calidad de vida y el rendimiento físico.
4. Analizar la relevancia de incorporar parámetros de función pulmonar y calidad de vida al análisis basal, mediante la correlación de las variables ya estudiadas.

4.3 Tipo de estudio y Diseño de Investigación

Tipo de estudio: La investigación es un estudio cuantitativo, observacional, descriptivo y de corte transversal con un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Diseño del estudio: Se utilizará un diseño cuantitativo, observacional, descriptivo y de corte transversal, ya que los datos serán recolectados en una única instancia mediante la medición de las variables moleculares, morfológicas, de función pulmonar, calidad de vida y ecográficas. Este diseño permite obtener una descripción global e integral sobre la condición actual de la población, para clasificarlos poder determinar el estado de las variables en cada uno de los pasaportes.

4.4 Hipótesis

Existe una correlación positiva y significativa entre los parámetros de función pulmonar y calidad de vida con los parámetros morfológicos y de rendimiento físico en la población de adultos mayores evaluado en una etapa inicial previo a la aplicación de un programa de ejercicio.

4.5 Población y Muestra

- Universo: Personas Mayores pertenecientes de la región de Valparaíso durante el año 2025
- Población: Personas Mayores adscritas a GEROPOLIS
- Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
-------------------------------	-------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> -Rango etario entre 70-85 años. -Adscritos como socios/as estratégicos del Centro Interdisciplinario para el Desarrollo del Adulto Mayor GERÓPOLIS. -Examen Anual de Medicina Preventiva del Adulto Mayor (EMPAM) y Evaluación funcional de Adulto Mayor (EFAM) vigente. No de exclusividad: certificado médico donde se autoriza al sujeto a realizar actividad física moderada durante tres meses. -Enfermedades crónicas controladas y estables. -El sujeto puede contar con un grado de autovalencia sin riesgo o autovalente con riesgo de dependencia. -Capacidades mentales que permitan seguir instrucciones básicas y/o complejas (respaldado por resultados del examen Mini-Mental que involucra el Examen Anual de Medicina Preventiva del Adulto Mayor EMPAM, que es parte de la batería evaluativa de prevención y seguimiento que realizan los CESFAM). -Entregar Consentimientos Informados de protocolo de intervención y de exámenes de laboratorios firmados. 	<ul style="list-style-type: none"> -Complicaciones del sistema neuromusculoesquelético que impide la participación de las personas mayores en la intervención. -Inmovilidad, con algún grado de alteración en la marcha. Imposibilidad de posición erecta. -Oxígeno dependiente. -Angina de pecho inestable. -Arritmias cardiacas. -Edema pulmonar. -Limitación funcional por discapacidad psíquica y mental. -Enfermedades cardiovasculares severas. -Cualquier trastorno metabólico descompensado. -Cualquier condición mental que imposibilite la toma de decisiones individual y firmar sin presiones.
---	--

4.6 Muestra

Se realiza cálculo probabilístico de tamaño mínimo muestral en base a desviación y error estándar de resultados 2024 de este equipo de investigación. Luego se ajusta a población inscrita en centro Interdisciplinario para el desarrollo de las personas mayores GERÓPOLIS.

4.7 Estimación y n de muestra

1.- Fórmula a utilizar: Tamaño muestral para la media para población infinita

$$n = Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \frac{\sigma^2}{d^2}$$

Siendo:

- Nivel de confianza: 95%
- $\alpha = 0,05$
- $1 - \frac{\alpha}{2} = 0,975$
- $Z_{0,975} = 1,96$

2.- La variable de elección es el test 5-STS, por lo que los valores son los siguientes

- σ^2 : 1.52 s (Obtenida de la muestra de estudio 2024, del mismo grupo de investigación)
- d^2 : 0,5 s (Obtenido de la muestra de estudio 2024, del mismo grupo de investigación)

Valor de n mínimo obtenido: 18,11 \approx 18 sujetos.

Conociendo el universo muestral se podrá seleccionar a las (a conveniencia) personas mayores que participarán y serán parte del tamaño muestral del estudio, las cuales serán participantes en el Centro Interdisciplinario para el Desarrollo del Adulto Mayor GERÓPOLIS, Edificio Blas Cuevas 1028 (Subida El Litre), ubicado en la ciudad de Valparaíso. La muestra será no probabilística (por conveniencia), cuyos integrantes acceden a participar de manera voluntaria en la investigación.

3.- Ajuste por tamaño poblacional de Centro Interdisciplinario para el Desarrollo del Adulto Mayor GERÓPOLIS:

- n: 18 sujetos
- N: 910 sujetos (total socios adscritos al 31 de marzo de 2025)

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2}{d^2 \left(1 + \frac{n}{N}\right)}$$

Número obtenido: 17,77 \approx 18 sujetos

El número de tamaño muestral mínimo para realizar inferencia estadística en base a la variable 5-STS es de 18 sujetos.

Conociendo el universo muestral, se seleccionaron (a conveniencia) a las personas mayores que participarán y serán parte del tamaño muestral del

estudio, las cuales serán personas adscritas al Centro Interdisciplinario para el Desarrollo del Adulto Mayor GERÓPOLIS, Edificio Blas Cuevas 1028 (Subida El Litre), ubicado en la ciudad de Valparaíso. La muestra será no probabilística por conveniencia, cuyos integrantes acceden a participar de manera voluntaria en la investigación.

4.8 Reclutamiento muestra

La difusión de la investigación se llevará a cabo mediante la difusión de un afiche informativo y posterior presentación del proyecto y sus metas a cumplir a los socios registrados de GERÓPOLIS de la ciudad de Valparaíso, utilizando para ello registros de correos electrónicos y el desarrollo de una reunión informativa a los y las interesados/as. Adicionalmente, se apoyará la difusión mediante la distribución de copias físicas de dicho afiche en las cercanías del Edificio Blas Cuevas 1028, ubicado en Subida El Litre, Valparaíso.

El equipo de investigación organizará una charla de inducción, que será presentada por los docentes y estudiantes tesistas del proyecto, en el mismo Edificio Blas Cuevas 1028. Esta charla estará dirigida a las personas que hayan inscrito sus datos a través del formulario en línea. Durante la sesión, se explicarán los objetivos de la investigación, los criterios de inclusión y exclusión, así como las características del programa VIVIFRAIL©, los tiempos y detalles de la intervención, las evaluaciones físicas y funcionales, y los procedimientos de laboratorio, incluidos los análisis de muestras sanguíneas. También se llevará a cabo una firma del consentimiento informado.

La selección de los participantes se realizará en función del cumplimiento de los criterios de inclusión, los cuales serán verificados a través de una llamada telefónica por parte del equipo de estudiantes tesistas. Posteriormente, se coordinará una cita para las evaluaciones funcionales y físicas correspondientes.

4.9 Definición de Variables

PARÁMETRO	VARIABLE	SUBVARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN
PARÁMETROS MORFOLÓGICOS	GROSOR	Grosor muscular	Medida de grosor muscular y de su tejido graso subcutáneo [14].	Milímetros o centímetros	Ultrasonografía, según método propuesto por Fuentes-Abolafio (2022)
		Grosor diafragmático	Medida de grosor muscular, observado como el espacio entre 2 líneas hiperecogénicas, correspondientes a la pleura y al peritoneo.	Milímetros o centímetros.	Ultrasonografía según método propuesto por Siniscalchi (2024)
	ULTRASONOGRAFÍA	ECO-INTENSIDAD (CALIDAD MUSCULAR)	Promedio de intensidad de píxeles de un histograma en escala de grises [14].	No posee unidad	Ultrasonografía según método propuesto por Fuentes-Abolafio (2022)
		ECO-INTENSIDAD (CALIDAD DIAFRAGMÁTICA)	Promedio de intensidad de píxeles de un histograma en escala de grises [14].	No posee unidad	Ultrasonografía según método propuesto por Fuentes-Abolafio (2022)

		EXCURSIÓN DIAFRAGMÁTICA	Medida del movimiento del diafragma en el ciclo respiratorio.	Milímetros o centímetros	Ultrasonografía según método propuesto por Siniscalchi (2024)
PRUEBAS FUNCIONALES	FUERZA DE PRENSIÓN MANUAL		Fuerza muscular voluntaria máxima [17].	Kg	Dinamometría según método propuesto por <i>Asian Working Group for Sarcopenia</i> (2019)
	FUNCIÓN PULMONAR	VEF-1	Volumen de aire exhalado en el primer segundo durante el desarrollo de la capacidad vital forzada.	Litros	Espirometría según método propuesto por Acuña (2019)
		FEF 25-75%	Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la curva.	Litros	
		CVF	Es la cantidad de aire exhalada con un esfuerzo máximo, después de una inhalación máxima.	Litros	
		Relación VEF1/CVF	Es la relación porcentual entre CVF y VEF1.	Porcentaje (%)	

	FUERZA MUSCULAR RESPIRATORIA	Presión inspiratoria máxima (PIM)	Es la mayor fuerza inspiratoria realizada a partir del volumen residual.	Centímetros de agua (cmH2O)	Pimometría según método propuesto por Acuña (2019).
CALIDAD DE VIDA	PERFIL DEL ESTADO DE SALUD	SALUD FÍSICA	Medir impacto de enfermedades o tratamientos en la calidad de vida.	Aplicación previa y posterior a la realización del programa.	Cuestionario SF-36 Ware (1992).
		SALUD EMOCIONAL			
	CALIDAD DE VIDA EN PRESENCIA DE SARCOPENIA	RENDIMIENTO FÍSICO	Medir la calidad de vida y presencia de Sarcopenia en personas mayores.	Aplicación previa y posterior a la realización del programa.	SPPB, Time up and go, Velocidad de marcha 6 metros.

4.10 Instrumentos y Materiales

INTERVENCIÓN	MÉTODO DE EVALUACIÓN
PROGRAMA DE EJERCICIO BASADO EN VIVIFRAIL© (Izquierdo, 2019)	SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB) Según National Institute on Aging Guralnik et al. (1994)

PARÁMETROS	VARIABLE	SUBVARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN
------------	----------	-------------	-------------------------	--------------------

PARÁMETROS MORFOLÓGICOS	GROSOR	GROSOR MUSCULAR	Ecógrafo SONUS DUO-LC	Ultrasonografía, según método propuesto por Fuentes-Abolafio (2022)
		GROSOR DIAFRAGMÁTICO	Ecógrafo SONUS DUO-LC	Ultrasonografía según método propuesto por Siniscalchi (2024)
	ULTRASONOGRAFÍA	ECO-INTENSIDAD (CALIDAD MUSCULAR)	Ecógrafo SONUS DUO-LC	Ultrasonografía, según método propuesto por Fuentes-Abolafio (2022)
		ECO-INTENSIDAD (CALIDAD DIAFRAGMÁTICA)	Ecógrafo SONUS DUO-LC	Ultrasonografía, según método propuesto por Fuentes-Abolafio (2022)
		EXCURSIÓN DIAFRAGMÁTICA	Ecógrafo SONUS DUO-LC	Ultrasonografía según método propuesto por Siniscalchi (2024)
PRUEBAS FUNCIONALES	FUERZA DE PRENSIÓN MANUAL		Dinamómetro o JAMAR	Dinamometría según método propuesto por <i>Asian Working Group for Sarcopenia</i> (Chen et al., 2019)
	FUNCIÓN PULMONAR	VEF-1		Espirometría según método propuesto por Acuña (2020)
		FEF 25-75%		
		CVF		

		RELACIÓN VEF1/CVF		
	FUERZA MUSCULAR RESPIRATORIA	FUERZA DE PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA (PIM)		Pimometría según método propuesto por Acuña (2020).
CALIDAD DE VIDA	PERFIL DEL ESTADO DE SALUD	SALUD FÍSICA	Cuestionario SF-36	Encuesta de salud breve MOS de 36 ítems (SF-36) según Ware (1992)
		SALUD EMOCIONAL		
	CALIDAD DE VIDA EN PRESENCIA DE SARCOPENIA	RENDIMIENTO FÍSICO	Short Physical Performance Battery (SPPB)	Según National Institute on Aging Guralnik et al. (1994)

4.11 Procedimientos

4.11.1 Aplicación del Programa de Ejercicios Físicos Adaptado VIVIFRAIL

Se llevarán a cabo evaluaciones funcionales de acuerdo con las pautas establecidas por el programa de ejercicio físico VIVIFRAIL®. Las variables para medir incluirán el nivel de funcionalidad a través de escalas y pruebas validadas internacionalmente en español, como la SPPB (Batería Breve de Desempeño Físico). Esta evaluación incluirá pruebas de equilibrio, como las de un pie al lado del otro, semi tándem y tándem, así como el test de velocidad de marcha en 4 metros y el test de 5 repeticiones de levantarse y sentarse de una silla (5R STS). Además, se investigarán antecedentes relacionados con el riesgo de caídas, que abarcan tanto caídas recientes como los resultados de las pruebas Time Up and Go y de marcha de 6 minutos.

Según los resultados obtenidos en estas evaluaciones, se asignará a cada participante un pasaporte sanitario, el cual establece la prescripción de ejercicios adecuada según sus capacidades funcionales (Izquierdo, 2017).

En este sentido, el programa VIVIFRAIL© dispone de 4 tipos de pasaportes sanitarios y 4 niveles de ruedas de ejercicios para cada pasaporte, los cuales serán aplicados y descritos en la figura X.

TIPO DE PASAPORTE	RUEDA DE EJERCICIOS FÍSICOS
<p>Tipo A: corresponde a una persona con discapacidad física, la intervención tendrá una duración de 3 meses con sesiones de 30-45 minutos, 2 veces a la semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Caminar (5 - 10 segundos, 5 series) -Apretar una pelota (12 repeticiones, 3 series) -Levantar una botella (12 repeticiones, 3 series) -Extensión de pierna con tobillera (12 repeticiones, 3 series) -Levantarse de la silla con ayuda (12 repeticiones, 3 series) -Caminar con los pies en línea (15 pasos, 3 series) -Estiramiento de brazos (3 repeticiones, 3 series, 10 segundos)

<p>Tipo B y B +: corresponde a una persona con fragilidad y riesgo de caídas, donde se refiere a aquellas personas mayores que marchan con dificultad o con ayuda, la intervención tendrá una duración de 3 meses con sesiones de 45-60 minutos, 2 veces a la semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Caminar (2 minutos, 5 series) -Levantar una botella (12 repeticiones, 3 series) -Apretar una pelota (12 repeticiones, 3 series) -Hacer como que te sientas (12 repeticiones, 3 series) -Caminar de puntas y con talones (14 pasos, 3 series) -Estiramiento de brazos en silla (3 repeticiones, 3 series, 10 segundos) -Estiramiento de brazos (3 repeticiones, 3 series, 10 segundos)
<p>Tipo C y C+: corresponde a una persona con pre-fragilidad y riesgo de caídas, se refiere a aquellas personas que tienen ligeras dificultades cuando caminan y/o tienen dificultades para levantarse o con el equilibrio, la intervención tendrá una duración de 3 meses con sesiones de 45-60 minutos, 2 veces a la semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Caminar (10 minutos, 3 series) -Estrujar una toalla (12 repeticiones, 3 series) -Levantar una botella (12 repeticiones, 3 series) -Levantarse de la silla (12 repeticiones, 3 series) -Obstáculos (5 obstáculos, 8 series) -Caminar haciendo ochos (2 vueltas, 3 series) -Estiramiento de piernas (6 repeticiones, 3 series, 10 segundos) -Estiramiento de brazos (3 repeticiones, 3 series, 10 segundos)

<p>Tipo D: persona robusta, se refiere a aquellas personas mayores que tienen limitaciones físicas mínimas o sin limitación, la intervención tendrá una duración de 3 meses con sesiones de 45-60 minutos, 2 veces a la semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Caminar (20 minutos, 2 series). -Estrujar una toalla (12 repeticiones, 3 series). -Levantar una botella (12 repeticiones, 3 series). -Levantarse de la silla (12 repeticiones, 3 series). -Subir y bajar escaleras (20 escalones, 3 series). -Caminar haciendo toques con un globo (10 pasos, 2 series). -Caminar haciendo ochos (2 vueltas, 3 series). -Estiramiento de piernas (6 repeticiones, 3 series, 10 segundos). -Estiramiento de brazos (3 repeticiones, 3 series, 10 segundos).
--	---

4.11.2 Medición de Parámetros Morfológicos

1. **Ultrasonografía muscular:** Las características antropométricas de musculatura periférica serán medidas mediante ultrasonografía, ya que el ultrasonido es una herramienta no invasiva que proporciona información detallada sobre el grosor y calidad de los músculos, lo que es importante para detectar posibles cambios en la masa muscular (Chianca et al., 2022). El método de ejecución de la técnica de ultrasonografía será a través del ecógrafo SONUS DUO-LC. Se obtienen imágenes transversales mediante un transductor lineal de 5 cm de longitud. El transductor se colocará perpendicular al eje mayor de la extremidad a estudiar y transversal a la dirección de las fibras. Previo a realizar las mediciones de ultrasonido, el sujeto debe descansar 5 minutos para evitar sesgos en la medición. Para capturar adecuadamente la imagen estática en estado de contracción, el sujeto realizará una contracción isométrica voluntaria resistida durante 5 segundos. Para los parámetros se utilizará

una frecuencia de 10 MHz, 4 cm de profundidad y 42% de ganancia, además de la aplicación de gel de acoplamiento en abundancia para minimizar la distorsión generada por los tejidos subyacentes (Fuentes-Abolafio et al., 2022).

2. **Ultrasonografía Diafragmática:** La evaluación ecográfica del diafragma se realizará con el mismo equipo SONUS DUO-LC y se observará principalmente el hemidiafragma derecho, utilizando la ventana acústica proporcionada por el hígado. El paciente debe estar en posición semirreclinada, y se deben ubicar mediante palpación los espacios intercostales 8.º, 9.º o 10.º en la zona entre las líneas axilar anterior y media. Se utilizará una sonda lineal de 7,5-10 MHz, que se coloca perpendicularmente en estos espacios intercostales, con abundante gel, para identificar la zona de aposición del diafragma (ZOA) en modo B. La ZOA corresponde al área donde la parrilla torácica inferior se encuentra con el contenido abdominal, visualizándose geográficamente como el "signo de la cortina", que refleja el movimiento descendente del parénquima pulmonar durante la inspiración. El diafragma puede identificarse como una estructura entre dos líneas hiperecoicas y paralelas, las que representan a la pleura y al peritoneo. Para evaluar el grosor diafragmático, se activa el modo M, observando los cambios a lo largo del ciclo respiratorio. Se le pide al paciente que respire tranquilamente, y se medirá el grosor del diafragma al final de la inspiración (volumen corriente, VC), al final de la espiración (capacidad residual funcional, CRF), y al final de la inspiración máxima (capacidad pulmonar total, CPT). Se calcula la fracción de engrosamiento del diafragma (Tdi) en volumen corriente (grosor de diafragma en VC - grosor de diafragma en CRF) y en peak inspiratorio (grosor de diafragma en CPT - grosor de diafragma en CRF).
3. **Excursión Diafragmática:** La medición de la excursión diafragmática ha demostrado ser reproducible y correlacionado con parámetros espirométricos, y se recomienda realizar mediciones repetidas para asegurar su fiabilidad. La excursión diafragmática se evaluará con una sonda convexa de 3,2-5 MHz, ubicada en el hipocondrio derecho, entre las líneas medio clavicular y axilar anterior, justo debajo del reborde costal. El movimiento sinusoidal del diafragma en sincronía con los ciclos respiratorios se visualizará en modo M, y se mide la amplitud de las excursiones durante la respiración tranquila y la amplitud en la inspiración máxima. Esta técnica también es reproducible y está correlacionada con mediciones obtenidas mediante radiografías tradicionales (Siniscalchi et al., 2024).

4.11.3 Medición de Parámetros Funcionales

1. **Dinamometría:** La fuerza de prensión manual se determinará mediante dinamometría con dinamómetro hidráulico. El procedimiento para la medición de fuerza de prensión manual será en base a *Asian Working Group for Sarcopenia (2019)* (Chen et al., 2020), consistente en que el sujeto mantenga una posición sedente con flexión de codo de 90°. Se registrará la máxima lectura de al menos 2 intentos usando la mano dominante, luego de generar una contracción isométrica de máximo esfuerzo (Chen et al., 2020). El dinamómetro Jamar es un instrumento válido y confiable para la medición de prensión manual y es el que se utilizará en esta investigación (Nikodelis et al., 2021).
2. **Función pulmonar:** La espirometría es una técnica utilizada para medir la calidad de nuestra función pulmonar que además nos ayuda en la detección y control de patologías respiratorias (Graham et al., 2019). Con motivo de que esta evaluación no fuese interrumpida por ningún otro sujeto de estudio u otra persona externa, se prefiere que el test sea tomado en un laboratorio sin compartirlo con otra prueba adjunta, ya que entrega la hermeticidad y privacidad para su realización, ya que se necesita de una acústica acorde para la explicación de las instrucciones previas a la toma de la muestra, y así evitar intentos fallidos o sesgos en la maniobra. Además, los participantes deberán acudir con ropa cómoda (Acuña et al., 2020). La técnica consiste en que el usuario debe estar sentado, con ambos pies apoyados en el suelo, donde se le pedirá que respire de manera normal y tranquila unas 2-3 veces a través de la boquilla del espirómetro (o hasta que consiga un patrón respiratorio normal) luego, realiza una espiración a volumen residual para pedir que inhale hasta capacidad pulmonar total donde inmediatamente deberá exhalar lo más fuerte y mantenido en el tiempo, al menos 6 segundos (o hasta lograr meseta inspiratoria) terminando con una inhalación profunda, de nuevo a capacidad pulmonar total (*ERS Respiratory Channel*, s. f.)
3. **Fuerza de musculatura respiratoria:** La evaluación de la fuerza muscular respiratoria se basa en las ecuaciones de Black y Hyatt, que entregan los valores de referencia o normalidad. Dentro de la evaluación de fuerza muscular respiratoria tenemos la Pimometría.

Para poder realizar una evaluación de fuerza muscular respiratoria, el participante debe acudir con ropa cómoda, en lo posible deportiva, ya que cualquier atuendo ajustado podría restringir al tórax o abdomen. También debe consumir un desayuno, no realizar

ejercicio vigoroso dos horas antes de la prueba y no suspender su tratamiento farmacológico, si es que mantiene alguno (Acuña et al., 2020).

Además, se debe explicar el objetivo del procedimiento, diciendo que “es una medición de las presiones respiratorias máximas, es posible que realicemos varias mediciones hasta obtener 3 intentos casi iguales, pero si no puede continuar o presenta mareo o algún dolor, díganos de inmediato para parar la prueba”.

Por último, la maniobra debe realizarse con el paciente sentado, y para obtener Pimax deberá exhalar suave hasta llegar a volumen residual, y luego colocarse la boquilla del aparato en la boca y sellarla lo más herméticamente posible con sus labios, para proceder a inhalar tan fuerte y rápido como le sea posible.

4.11.4 Medición de la Calidad de Vida

Las evaluaciones a las variables de calidad de vida se dividirán en tres grandes grupos:

1. Perfil del estado de salud:

Para esta variable utilizaremos el cuestionario SF-36 que nos permitirá evaluar tanto la salud física como emocional del paciente mediante sus 8 dimensiones, para esto trabajaremos a la par con la Escuela de Psicología de la Universidad de Valparaíso, quienes con la colaboración de CAPSI y alumnos en práctica llevarán a cabo la realización del cuestionario a cada uno de los pacientes previo y posterior a la intervención y nos entregarán un análisis posterior de los resultados encontrados.

Esta herramienta nos permitirá medir el estado de salud de nuestros pacientes, monitorizar el impacto de las intervenciones, evaluar su calidad de vida, entre otros.

2. Calidad de vida en presencia de Sarcopenia:

Para esta variable utilizaremos las siguientes herramientas:

•El test SPPB, el cual consta de 3 pruebas:

1. Test de equilibrio: el cual este mismo consta de 3 otras pruebas que se explicarán a continuación.

Comienza con la persona de pie colocando los pies juntos, uno al lado del otro, se mide el tiempo que es capaz de aguantar y dependiendo del resultado se le da una puntuación de 0 o 1 punto.

Sigue con la posición semi-tándem, de pie colocando el talón de un pie a la altura del dedo gordo del contrario, se mide el tiempo que es capaz de aguantar y dependiendo del resultado se le da una puntuación de 0 o 1 punto.

Y para finalizar, la posición tándem, de pie colocando el talón de un pie en contacto con la punta del otro pie, se mide el tiempo que es capaz de aguantar y dependiendo del resultado se le da una puntuación de 0, 1 o 2 puntos.

2. Velocidad de marcha en 4 metros: en el cual se le pide a la persona que camine 4 metros a paso normal 3 veces y se mide el tiempo cada vez. Se le asignará un puntaje de 0 a 4 puntos, dependiendo del tiempo que se demore.
3. Test de levantarse de la silla (5STS): en el cual se le pide a la persona que, lo más rápido posible, con espalda recta y brazos cruzados, se levante de la silla 5 veces. El test empieza sentado y se termina de pie, y se mide el tiempo que se demora en hacer el test. Se le asignará un puntaje de 0 a 4 puntos, dependiendo del tiempo que se demore.

•Time up and go, que se realiza pidiéndole a la persona que se levante de una silla sin usar los brazos, que camine 3 metros, se dé la vuelta y vuelva a sentarse. Se mide el tiempo que se demora en realizar el ejercicio completo y se observa si el tiempo es superior a 20 segundos o no, y se anota.

•Velocidad de marcha 6 metros, donde se le pide a la persona que camine 6 metros a paso normal 2 veces. Se mide el tiempo que se demora en caminar los 6 metros y se utiliza el menor de los tiempos para el registro. Se debe observar si el tiempo es superior a 7,5 segundos y anotar si es que sí o no.

5. Procesamiento de los datos y pruebas estadísticas

Para las variables cuantitativas se utilizarán medidas de tendencia central y dispersión cuyos resultados se presentarán mediante histogramas y gráficos de barra. Para las variables cualitativas se realizarán tablas de frecuencias absolutas y relativas.

Para evaluar la normalidad de las variables, se utilizará el Test de Shapiro-Wilk, donde la hipótesis nula (H0) corresponde a que la variable se distribuye normalmente y la hipótesis alternativa (H1) corresponde a que la variable no se distribuye normalmente.

Para el análisis estadístico de correlación, se establecerá la relación entre las variables (función pulmonar, calidad de vida, morfológicas y rendimiento físico) mediante el análisis de correlación bivariada.

Donde, si las variables presentan una distribución normal, se emplea el coeficiente de correlación de Pearson y si las variables no cumplen con la normalidad se emplea el coeficiente correlacional de Spearman.

Finalmente, se determina la significancia estadística en 5%, y se utilizará el software R para el análisis de datos

6. Aspectos Éticos

La información obtenida y los resultados de los participantes del estudio permanecerán guardados en el computador personal de los profesores guías, por un periodo mínimo de un año y máximo de cinco años. Cada carpeta donde se guarden los datos estará encriptada con clave única de acceso.

Los nombres de los sujetos serán reemplazados por registros con codificación alfanumérica, con el fin de resguardar y mantener la confidencialidad de sus identidades.

Se cuenta además con cartas de compromiso que explicitan el resguardo de la información de los usuarios, datos de parámetros clínicos y cualquier otro inconveniente que deba ser manejado bajo acuerdos de confidencialidad.

La información también será manejada por los tesisistas de la carrera de Kinesiología con el objetivo de respaldar los datos de las variables. Todo esto previamente informado a las autoridades de la Escuela de Kinesiología, de la Universidad de Valparaíso.

Finalmente, la información obtenida será empleada para posterior publicación científica, tomando los resguardos correspondientes de la identidad de los participantes.

7. Resultados

7.1 Resultados preliminares: Descriptivos de la población previo a la intervención

7.1.1 Caracterización de la muestra

La muestra presentó una edad media de $77,2 \pm 5,5$ años, con una mediana de 72,5 años y un rango entre 60 y 82 años (IQR= 7 años). La talla media fue de

1,58 ± 0,08 m, mientras que el peso corporal obtuvo una media de 73,6 ± 13,4 kg, donde el peso obtuvo una dispersión mayor en comparación a la talla (IQR= 16,2 kg – IQR= 0,09 m respectivamente), con un Índice de Masa Corporal que obtuvo una media de 29,5 que indica sobrepeso.

PARÁMETROS	MEDIDA
Edad	$\bar{x} = 77,2$
Sexo	M = 34 (82,9%) / H = 7 (17,1%)
Pasaportes	C = 6 (14,6%) / D = 35 (85,4%)
Talla	$\bar{x} = 1,58$ m
Peso	$\bar{x} = 73,6$ Kg
IMC	$\bar{x} = 29,5$

Tabla 1
Características descriptivas de la muestra, incluyendo edad, sexo, tipo de pasaporte, talla, peso e índice de masa corporal (IMC). Los valores de medias se presentan como promedios aritméticos.

7.2 Resultados de variables antropométricas

En cuanto a medidas antropométricas, la distancia de rodilla registró una media de 43,9 ± 3,3 cm, con un rango de 35 a 50 cm (IQR= 5 cm). La circunferencia de pantorrilla obtuvo una media de 36,9 ± 2,9 con una baja variabilidad de 3 cm (IQR= 3 cm) y la circunferencia de cadera una media de 102,7 ± 9,8 cm, mostrando mayor variabilidad en esta última (IQR= 16 cm).

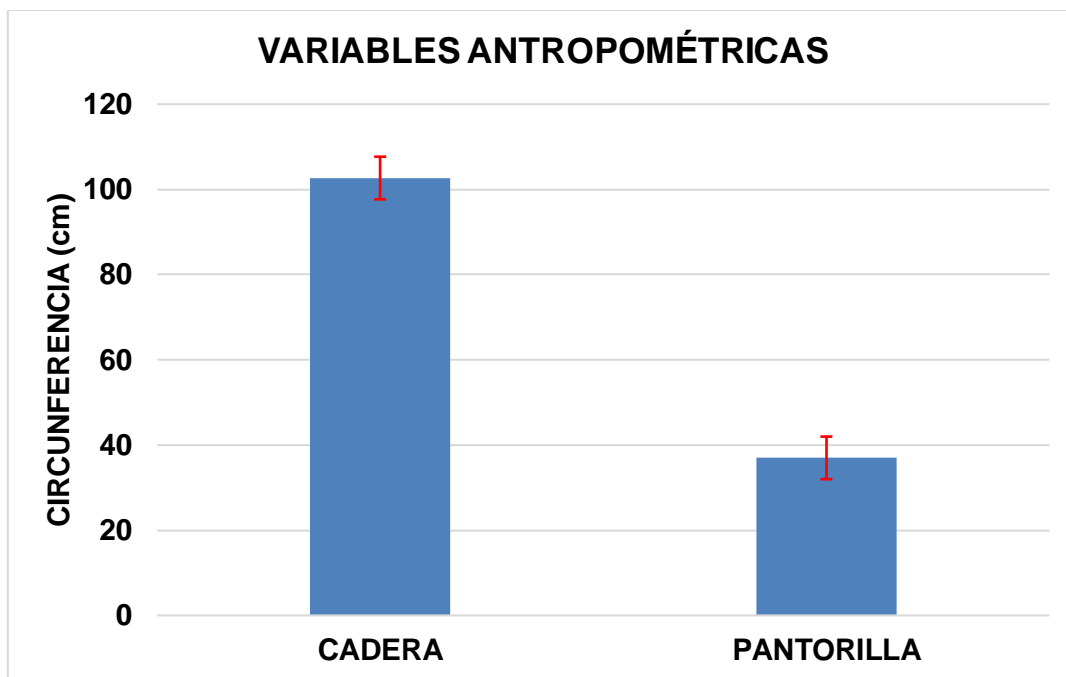


Figura 1 Circunferencias de cadera y pantorrilla en centímetros. Las barras representan la media y las líneas superiores corresponden al error estándar de la media.

7.3 Resultados de variables funcionales

Las variables funcionales se observaron una variabilidad homogénea entre los usuarios, exceptuando la prueba de fuerza de presión manual donde los usuarios registraron una media de $22,2 \pm 7,2$ kg y una variabilidad mayor en comparación a las siguientes pruebas (IQR= 7 kg). El puntaje obtenido en la Short Physical Performance Battery (SPPB) fue de $10,5 \pm 1,1$ puntos. El tiempo en la prueba Timed Up and Go (TUG) fue de $7,1 \pm 1,4$ segundos, mientras que la velocidad de la marcha en 4 metros alcanzó $5,4 \pm 1,0$ m/s, sugiriendo variaciones poco significativas entre la muestra.

Parámetros	Media	SD	Mediana	IQR	MIN	MAX
SPPB	10,5	1,14	11	1	8	12
TUG (s)	7,13	1,42	6,65	1,43	5,18	11,61
4MGST (s)	5,4	1,02	5,18	0,87	3,93	8,68
6MWT (mt)	480,7	74,8	482	96	278	609
HGS (kg)	22,2	7,23	21	7	9	38

Tabla 2 Resultados descriptivos de las pruebas funcionales: Short Physical Performance Battery (SPPB), Timed Up and Go (TUG), Four-Meter Gait Speed Test (4MGST), Six-Minute Walk Test (6MWT) y fuerza de prensión manual (HGS). Se incluyen medidas de media, desviación estándar (SD), mediana, rango intercuartílico (IQR), valores mínimos y máximos.

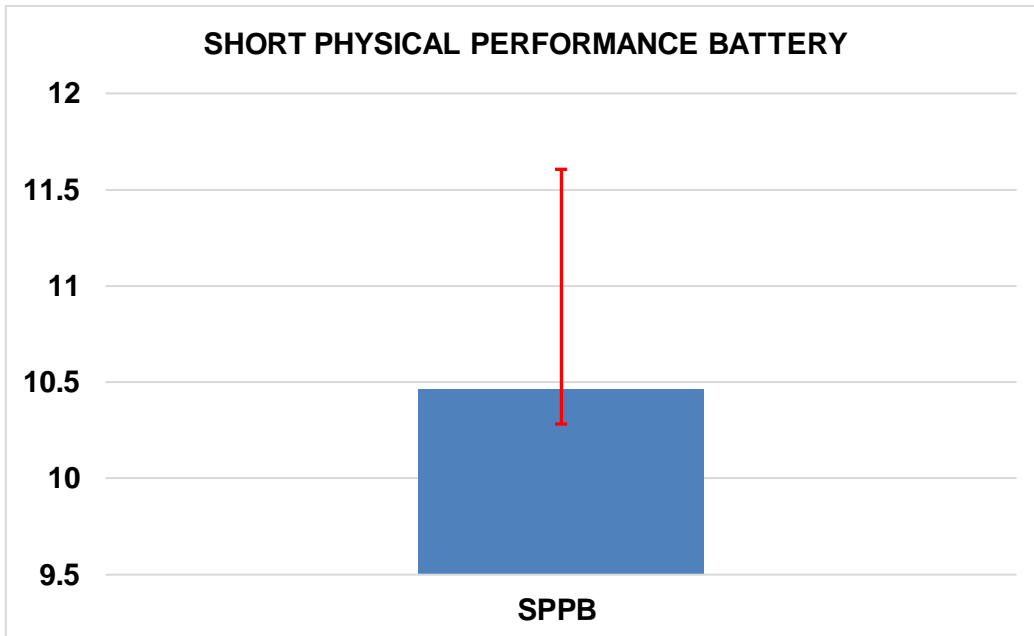


Figura 2 Puntuación promedio de la Bateria Corta de Rendimiento Físico (SPPB)

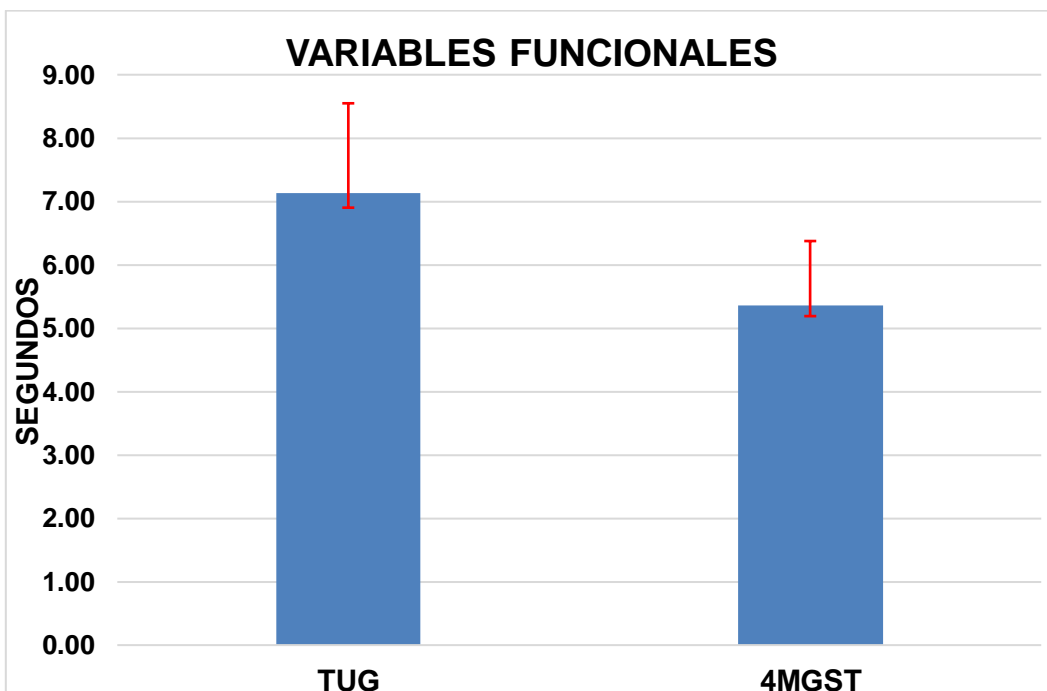


Figura 3 Medias y variabilidad de las Variables Funcionales (TUG y 4MGST)

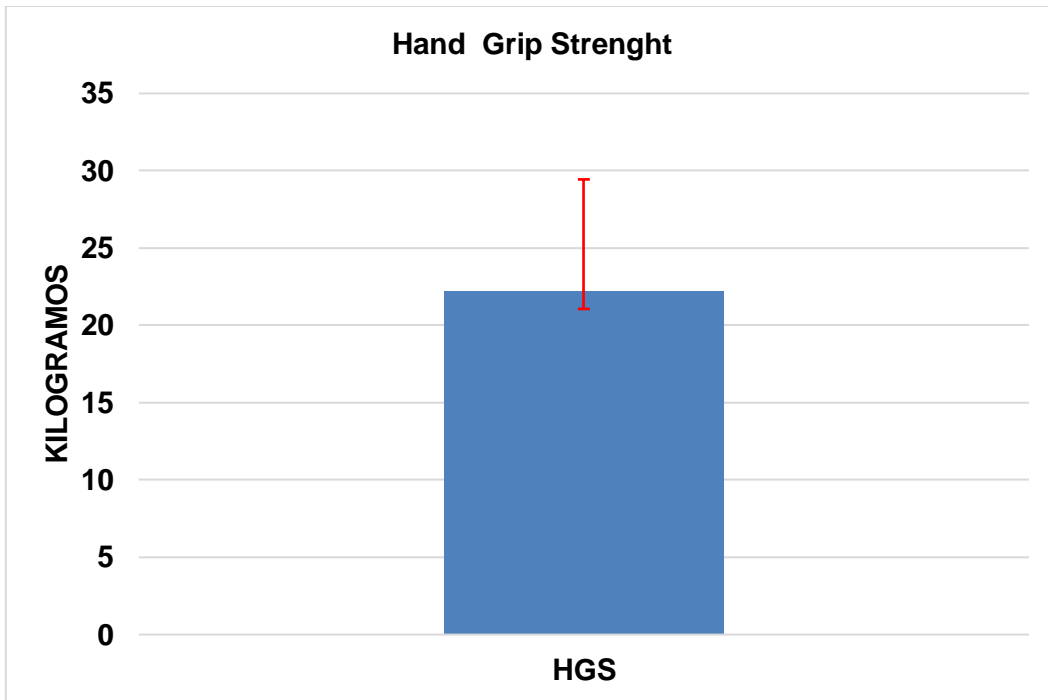


Figura 4: Promedio de la Hand Grip Strenght de los participantes

En la evaluación de la capacidad funcional mediante el Test de Caminata de 6 Minutos (6MWT), la distancia recorrida de los usuarios alcanzó una media aproximada de 475 ± 40 m, evidenciando un rendimiento global dentro de parámetros funcionales aceptables. La variabilidad observada mostró un rango que se extendió hasta aproximadamente 560 m, indicando la presencia de usuarios con un desempeño claramente superior al promedio. Esta amplitud refleja una heterogeneidad moderada en la capacidad aeróbica del grupo evaluado. (IQR cercano a 50 m).

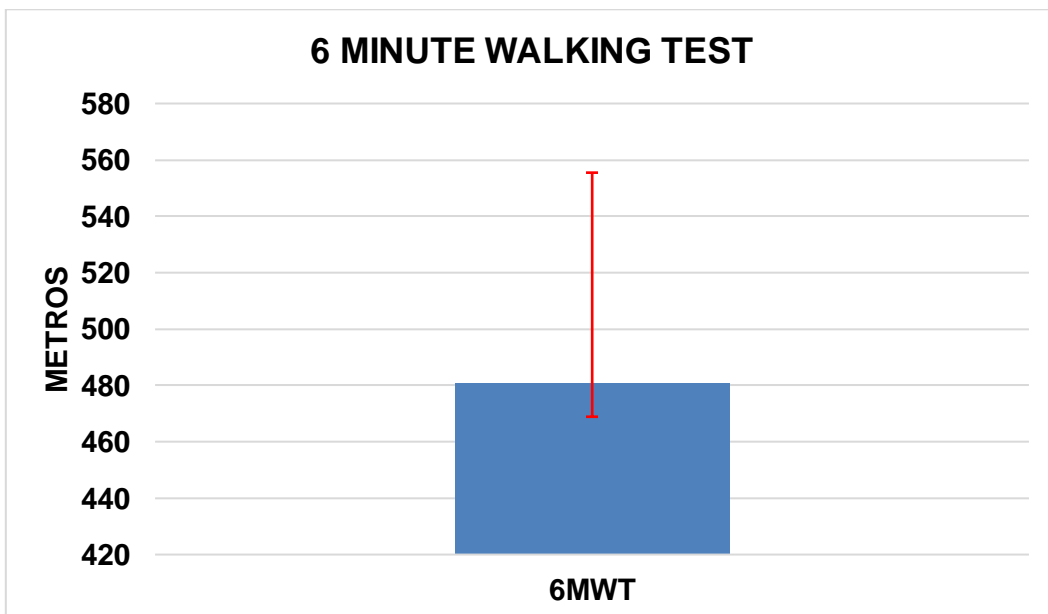


Figura 5 Promedio del 6 Minute Walking Test (6MWT)

En la evaluación de la función pulmonar, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) fue de $2,3 \pm 0,6$ L, mientras que la capacidad vital forzada (CVF) alcanzó $2,9 \pm 0,6$ L, ambos con una dispersión moderada (IQR= 0,67 L – IQR= 0,75 L respectivamente). Por último, la presión inspiratoria máxima (PIM) mostró una media de $75,1 \pm 26,2$ cmH₂ O, con un rango amplio entre 34 y 124 cmH₂ O, lo que refleja una gran heterogeneidad en la capacidad inspiratoria de los usuarios (IQR= 42 cmH₂O).

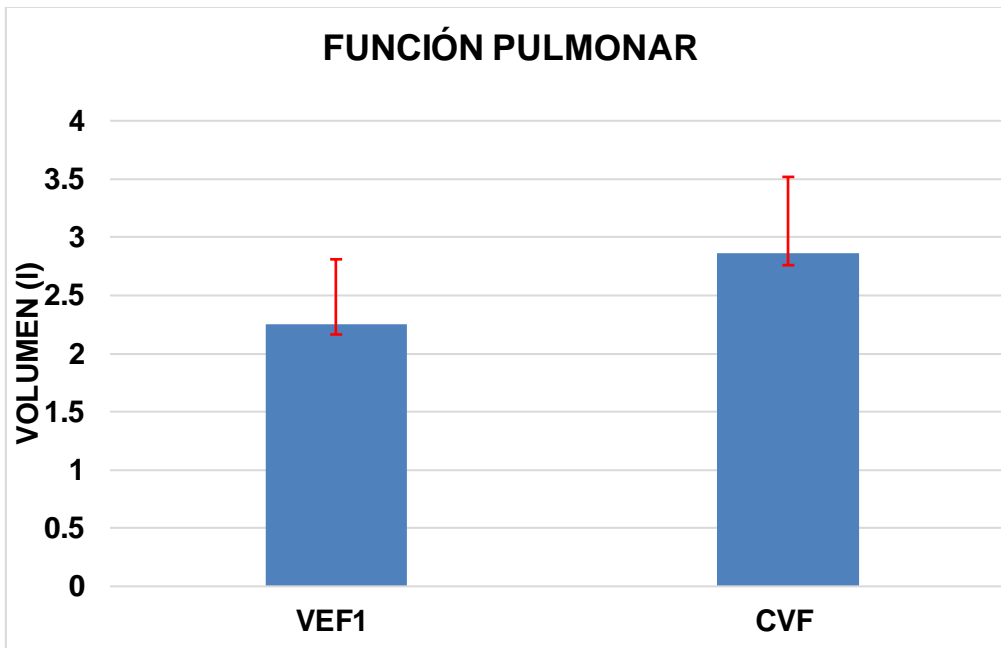


Figura 6 Mediciones promedio del Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1) y la Capacidad Vital Forzada (CVF)

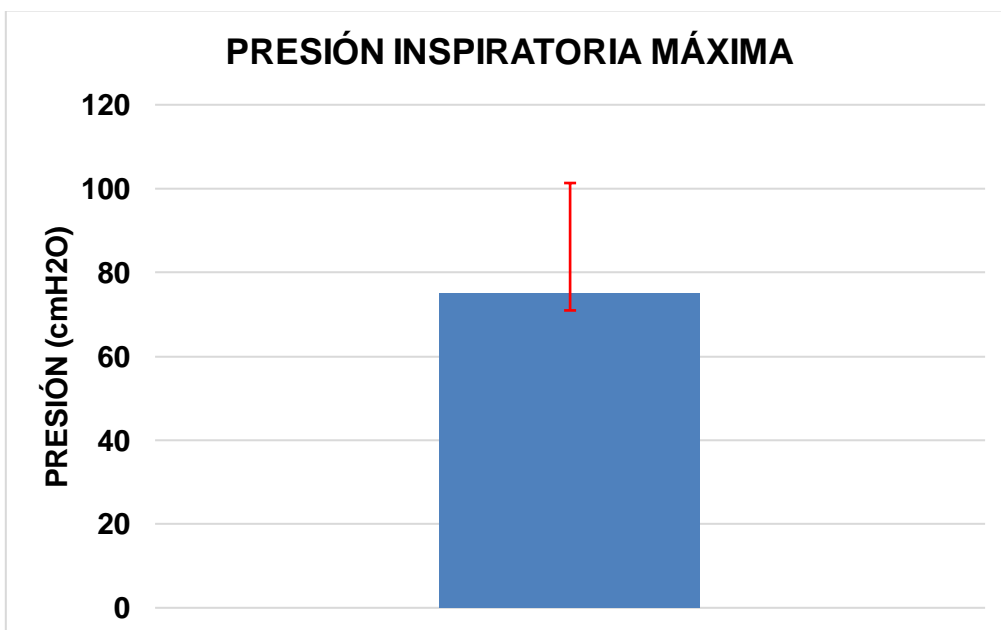


Figura 7 Datos promedio de la Presión Inspiratoria Máxima (PIM)

7.4 Resultados de variables de Calidad de Vida

Las variables de calidad de vida se presentan en Figura 8, Figura 9 y Tabla 3.

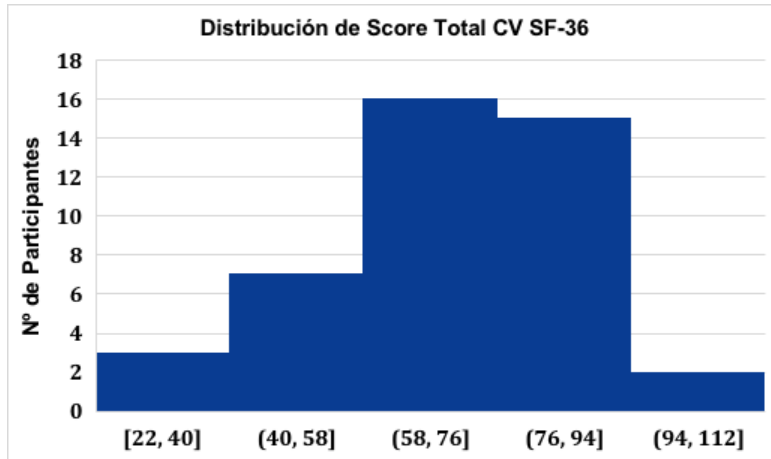


Figura 8 Distribución de frecuencias del Score Total de Calidad de Vida (CV) según el cuestionario SF-36

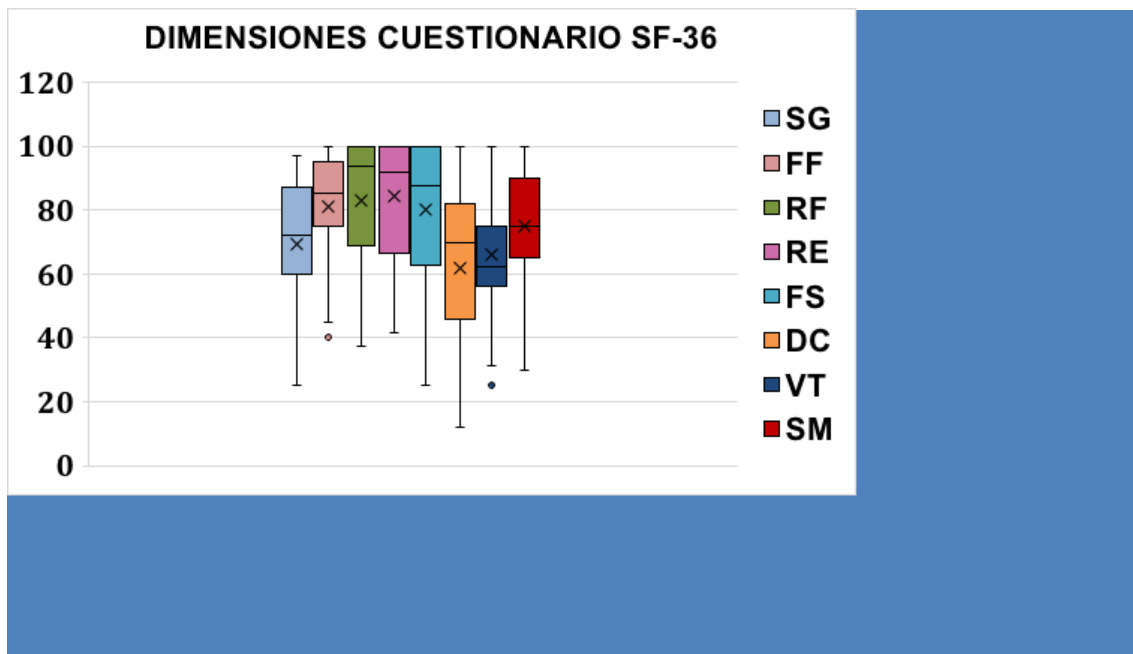


Figura 9 Variabilidad de las puntuaciones de las dimensiones del cuestionario SF-36 en la población evaluada

Dentro de la variable de Calidad de Vida, se encuentran distintos hallazgos por dimensión del cuestionario SF-36, donde la Función Física (FF), Rol Físico (RF) y Rol Emocional (RE) obtuvieron medias de 80,8, 82,7 y 84,3 respectivamente, además existe una baja variabilidad. Esto significa que el grupo de personas mayores encuestadas percibe buen desempeño físico y emocional, con pocos impedimentos por problemas de salud.

En cambio, en cuanto a Salud General (SG), que tiene una media de 69,4, posee una variabilidad marcada, lo que quiere decir que, una parte de la población encuestada perciben tener una muy buena salud, mientras que la otra parte percibe una salud más limitada.

Con lo que concierne la Función Social (FS), Dolor Corporal (DC), Vitalidad (VT) y Salud Mental (SM), sus medias fueron de 80,2, 61,9, 65,9 y 74,9 respectivamente. Lo que representa que el grupo tiene buenas interacciones sociales y una buena percepción del bienestar psicológico, sin embargo, la energía, el cansancio y el dolor son aspectos problemáticos y peor valorados.

Por último, la media de la calidad de vida total es de 69,7, lo que concluye que el grupo tiene un puntaje final clasificado como “adecuado” del cuestionario SF-36. Según muestra la figura 8, la mayoría de los encuestados presenta una calidad de vida moderada a buena, sin embargo, hay una parte de la población que tiene puntajes muy bajos lo que significa que experimentan limitaciones significativas en su calidad de vida.

PARAMETROS	MEDIA	SD	MEDIANA	IQR	MIN	MAX
Salud General	69,4	18,6	72	23,5	25	97
Función Física	80,8	17,8	85	20	40	100
Rol Físico	82,7	20,6	93,8	31,3	37,5	100
Rol Emocional	84,3	18,5	91,7	33,3	41,66	100
Función Social	80,2	20,5	87,5	37,5	25	100
Dolor Corporal	61,9	25,1	69,5	36	12	100
Vitalidad	65,9	17,5	62	19	25	100
Salud Mental	74,9	16,2	75	20	30	100
Calidad de Vida Total	69,7	17,7	71,2	23,1	22,3	100

Tabla 3 Estadísticos Descriptivos de las Dimensiones de Calidad de Vida (SF-36)

7.5 Resultados de variables morfológicas

Las variables morfológicas y ecográficas se presentan en la Tabla 4 (ver Anexos)

En reposo, la grasa subcutánea de muslo presentó una media de $11,18 \pm 4,8$ mm, con valores entre 5,28 y 24,07 mm (IQR= 5,88). El recto femoral alcanzó un grosor medio de $8,89 \pm 2,0$ mm, mientras que el vasto intermedio registró $9,8 \pm 2,23$ mm (IQR= 2,98), evidenciando homogeneidad en los valores obtenidos.

En la contracción, para grasa subcutánea de muslo se obtuvo una media de $10,12 \pm 4,28$ mm, con un rango de 3,77 a 22,23 mm, lo que refleja alta variabilidad interindividual, para el grosor de recto femoral se obtuvo una media de $12,5 \pm 3,02$ mm con un rango más acotado (8,13 – 21,81 mm), indicando menor dispersión relativa en comparación con el parámetro de grasa subcutánea, mientras que para el vasto intermedio se obtuvo una media de $7,68 \pm 2,41$ mm, con valores entre 3,43 y 13,08 mm, lo que sugiere variabilidad intermedia.

En la región abdominal, el grosor medio fue de $10,96 \pm 3,66$ mm para tejido subcutáneo superficial y $10,55 \pm 3,43$ mm para tejido profundo, mientras que el tejido preperitoneal presentó un promedio de $5,96 \pm 3,06$ mm, En cuanto al tejido graso intra-abdominal, el peritoneal alcanzó un valor medio de $53,46 \pm 19,8$ mm, presentando la mayor variabilidad con una alta dispersión relativa (IQR= 31,61), indicando marcadas diferencias entre los usuarios, mientras que el peri-renal derecho e izquierdo registraron $25,5 \pm 8,39$ mm y $19,14 \pm 7,8$ mm, respectivamente.

La excursión diafragmática se evaluó en tres mediciones, con promedios de $47,62 \pm 14,74$ mm, $44,7 \pm 14,01$ mm y $46,79 \pm 12,67$ mm, mostrando valores relativamente consistentes. Por su parte, el grosor diafragmático en inspiración para las tres medidas fue de $5,14 \pm 1,42$ mm, $4,71 \pm 1,43$ mm y $4,79 \pm 1,42$ mm respectivamente, mientras que en espiración los valores fueron de $2,87 \pm 0,72$ mm, $2,77 \pm 0,82$ mm y $2,76 \pm 0,79$ mm, evidenciando el esperado incremento del grosor con la inspiración.

PARAMETROS	VARIABLE MORFOLÓGICA	MEDIA	SD	MEDIANA	IQR	MIN	MAX
Relajado	Grasa Subcutánea	11,18	4,81	9,76	5,88	5,28	24,07
	Grosor Recto Femoral	8,89	1,99	8,77	2,33	5,92	15,26
	Grosor Vasto Intermedio	9,8	2,23	9,61	2,98	6,02	14,35

Contraído	Grasa Subcutánea	10,12	4,28	9,48	4,86	3,77	22,23
	Grosor Recto Femoral	12,5	3,02	12,1	3,8	8,13	21,81
	Grosor Vasto Intermedio	7,68	2,41	7,78	3,4	3,43	13,08
Abdomen	Tejido Graso Superficial	10,97	3,66	10,36	2,69	4,26	21,94
	Tejido Graso Profundo	10,55	3,43	10,22	4,03	2,95	21,19
	Tejido Graso Pre-peritoneal	5,96	3,06	5,14	4,29	1,65	15,41
	Tejido Graso Peritoneal	53,45	19,8	53,12	31,61	11,63	102,85
	Tejido Graso Peri-renal Derecho	25,5	8,39	24,74	10,64	10,47	46,42
	Tejido Graso Peri-renal Izquierdo	19,14	7,8	17,86	9,12	7,53	44,62
Excursión Diafragmática	1	47,62	14,74	46,16	19,32	20,16	82,57
	2	44,7	14,01	47,52	23,4	19,5	76,07
	3	46,79	12,67	48,11	21,3	25,36	76,97
Grosor Diafragmático	Inspiración 1	5,14	1,42	5,29	1,85	2,85	8,56
	Espiración 1	2,87	0,72	2,77	0,93	1,43	4,45
	Inspiración 2	4,71	1,43	4,53	1,51	2,52	9,56
	Espiración 2	2,77	0,82	2,68	0,83	1,17	5,41
	Inspiración 3	4,79	1,42	4,78	1,76	2,01	9,69
	Espiración 3	2,76	0,79	2,68	1,18	1,09	4,19

Tabla 4 Datos estadísticos descriptivos de las mediciones ecográficas, en cada una de las variables morfológicas.

7.6 Resultados correlacionales

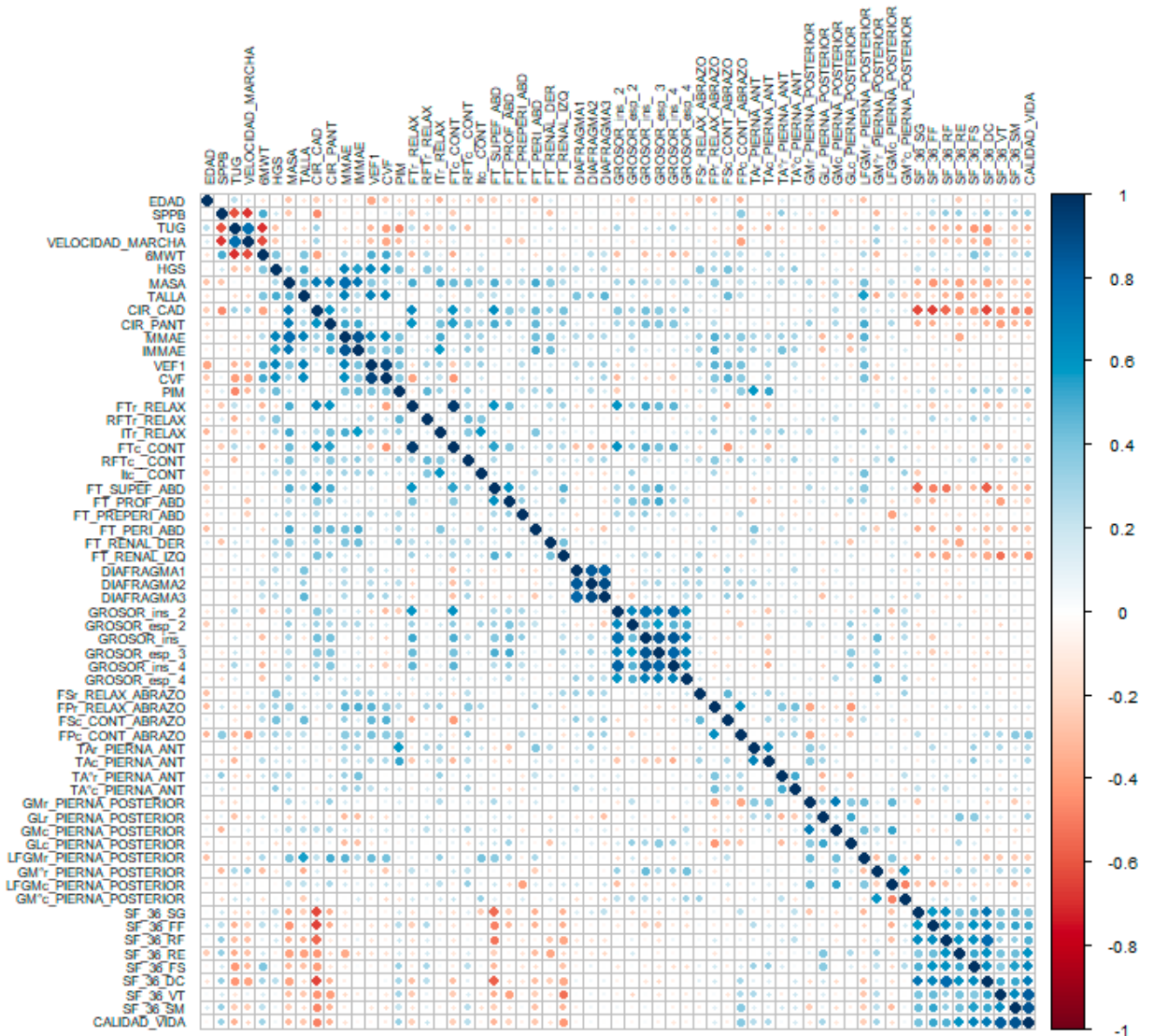


Figura 10. Matriz de correlación bivariada entre parámetros morfológicos, funcionales y de calidad de vida en personas mayores (N=40).

El tamaño, color e intensidad de los círculos indican la magnitud del coeficiente de correlación (valor ρ), donde el color azul representa la correlación positiva y el color rojo la correlación negativa. Aquellos espacios vacíos o con X representan que la correlación no alcanzó significancia estadística ($\rho \geq 0,05$).

En las variables funcionales, se ha demostrado que existe una correlación negativa entre SPPB y TUG, lo cual se traduce en la disminución del tiempo

empleado en la ejecución de TUG mientras mayor sea el puntaje de SPPB. Por otro lado, se halló una correlación negativa entre Velocidad de marcha (4MGST) y TUG, lo que permite concluir que mientras mayor sea el tiempo empleado en la realización de una prueba, aumentará proporcionalmente lo invertido en la otra.

En cuanto a función pulmonar, la variable PIM, indicativa de la fuerza de la musculatura inspiratoria, presenta una correlación negativa estadísticamente significativa con la variable TUG, lo que indica que a mayor fuerza inspiratoria obtenida menor será el tiempo de ejecución de TUG. Por otro lado, se determinó que existe una correlación positiva entre VEF1 y CVF con la prueba de fuerza de presión manual (HGS); lo anterior se interpreta como una obtención de valores más altos en HGS a medida que la capacidad pulmonar aumenta. Asimismo, VEF1 y CVF también presentan una correlación positiva con la ultrasonografía de antebrazo y pierna, lo que se traduce como un mayor grosor muscular de estas áreas a medida que la capacidad pulmonar es mayor.

Por el contrario, existe una correlación negativa entre múltiples dominios del cuestionario SF-36 con la circunferencia de cadera; esto indica que a valores más altos en esta medida antropométrica le corresponden puntajes menores en el instrumento de calidad de vida. Lo anterior, al ser la circunferencia de cadera un indicador de riesgo metabólico, se asocia a una peor percepción de salud en conjunto con menores valores en SF-36.

Esto se puede observar en la tabla a continuación.

VARIABLE	SUBVARIABLE	CORRELACIÓN	COEF. DE CORRELACIÓN (<i>p</i>)	VALOR P	SIGNIFICANCIA
Funcional	SPPB	SPPB vs. TUG	-0,5938324	<0,001	***
	Velocidad de marcha (4MGST)	Velocidad de marcha (4MGST) vs. TUG	0,7705696	<0,001	***
Función Pulmonar	PIM	PIM vs. TUG	-0,4794916	<0,002	**
	VEF1	VEF1 vs. HGS	0,5495234	<0,001	***
		VEF1 vs. FPr antebrazo	0,43259775	<0,01	**
		VEF1 vs. FSc antebrazo	0,49697373	<0,01	**
		VEF1 vs. FPc antebrazo	0,49794583	<0,01	**
		VEF1 vs. LFGMr pierna	0,36186284	<0,01	**
	CVF	CVF vs. HGS	0,51612857	<0,001	***
		CVF vs. FPr antebrazo	0,35000487	<0,01	**
		CVF vs. FSc antebrazo	0,52441134	<0,01	**

		CVF vs. FPc antebrazo	0,44999492	<0,01	**
		CVF vs. LFGMr pierna	0,23745359	<0,01	**
Calidad de vida	RF (rol físico)	RF vs. SPPB	-0,5577207	<0,04	*
		RF vs. Circunferencia de cadera	-0,4064846	<0,001	***
	VT (vitalidad)	VT vs. Circunferencia de cadera	-0,4064846	<0,01	**
	SG (salud general)	SG vs. Circunferencia de cadera	-0,6371257	<0,001	***
	FF (función física)	FF vs. Circunferencia de cadera	-0,6543288	<0,001	***
	RE (rol emocional)	RE vs. Circunferencia de cadera	-0,4274046	<0,01	**
	DC (dolor corporal)	DC vs. Circunferencia de cadera	-0,6266423	<0,001	***
	SM (salud mental)	SM vs. Circunferencia de cadera	-0,4477646	<0,01	**
	CVT (Calidad de vida total)	CVT vs. Circunferencia de cadera	-0,4835518	<0,01	**

Tabla 5. Coeficiente de correlación de Spearman (ρ) y significancia entre parámetros morfológicos, funcionales y de calidad de vida en personas mayores.

Se utilizó el coeficiente correlacional de Spearman (ρ) por la distribución no normal de las variables, donde la significancia estadística es $*p < 0,05$; $**p < 0,01$; $***p < 0,001$.

8. Discusión

Los hallazgos del presente estudio demuestran que la población de personas mayores, con una edad promedio de 77 años, presentan características antropométricas y funcionales dentro de lo esperado para el grupo etario en relación con lo reportado en estudios previos sobre envejecimiento saludable (Izquierdo, M. 2019; Acuña, S. et al., 2020).

Tanto la talla (m) como la circunferencia de pantorrilla (cm) evidenciaron una baja dispersión en sus datos, reflejando homogeneidad de la composición corporal de la muestra. A su vez, peso (kg) y circunferencia de cadera (cm) mostraron una mayor dispersión, lo que coincide con la evidencia científica que describe una amplia heterogeneidad en la composición corporal en personas mayores (Finkel, T., & Holbrook, N. J. 2000).

Respecto a las pruebas funcionales de evaluación del programa VIVIFRIL©, el puntaje obtenido en SPPB ($10,5 \pm 1,14$) sugiere un desempeño físico adecuado para el grupo etario evaluado. Este hallazgo es consistente con los criterios de Guralnik, J, M. et al, 1994, quienes establecieron la validez predictiva de esta batería respecto a la discapacidad y el riesgo de dependencia. De igual manera, los resultados en el TUG (seg) y en Velocidad de marcha de 6 metros (seg), se situaron dentro de los rangos de bajo riesgo de caída, lo cual coincide con lo descrito por Sayer, A. A., et al, (2024) quienes destacan la utilidad de pruebas funcionales en el diagnóstico de sarcopenia y predicción de fragilidad.

Con respecto a la fuerza de prensión manual (HGS) el promedio de $22,2 \pm 7,23$ demuestra una dispersión alta entre los usuarios, estos hallazgos se relacionan con los estudios que identifican esta variable como un marcador sensible de sarcopenia y riesgo funcional (Chianca, V., et al, 2022). La variabilidad observada podría estar dependiendo de factores como el sexo, el nivel de actividad física o la presencia de comorbilidades, tal como ha sido señalado en revisiones sobre sarcopenia (Sayer, A. A., et al, 2024; Yáñez -Yáñez, R., & Cigarroa, I., 2022).

En relación a la función pulmonar, los valores de VEF1 y CVF se sitúan dentro de lo esperado para el rango etario, cuya dispersión podría reflejar diferencias en la capacidad aeróbica y en la reserva respiratoria de la muestra. Sin embargo, la PIM mostró una gran variabilidad ($75,09 \pm 26,24$ cmH₂O), esto podría explicarse con la literatura donde se destaca la heterogeneidad de la fuerza inspiratoria de las personas mayores y su relación con el riesgo de fragilidad y pérdida funcional (Acuña, S. et al., 2020).

Las mediciones ecográficas evidenciaron valores consistentes en grosor muscular y diafragmático, con baja variabilidad en reposo y mayor variabilidad durante la contracción y la excursión diafragmática. Este comportamiento respalda que las diferencias a nivel funcional no siempre reflejan la morfología basal, como lo es la respuesta del tejido, que coincide con los estudios recientes de ecografía en músculo y diafragma que destacan la utilidad de estas mediciones dinámicas para identificar cambios funcionales en conjunto a la morfología basal (Fuentes-Abolafio, 2022; Siniscalchi, 2024).

La evaluación de la calidad de vida mediante el cuestionario SF-36 reveló una variabilidad significativa en la muestra de personas mayores, donde si bien los puntajes altos en la escala de Función Física sugieren un buen nivel de independencia y funcionalidad (Wolowacz et al., 2011), un porcentaje con puntajes menos favorables indica un riesgo clínico elevado, ya que las bajas puntuaciones se han asociado con una mayor morbilidad y mortalidad (Schnittker & Bacak, 2014). Esta disminución en la salud percibida y el rendimiento funcional está profundamente ligada a los procesos del envejecimiento y, en particular, al desarrollo de sarcopenia (Cruz-Jentoft et al., 2010).

El objetivo principal de este estudio fue determinar si existe una correlación significativa en las nuevas variables de función pulmonar y calidad de vida con las variables morfológicas y funcionales (rendimiento físico), que ya han demostrado resultados estadísticamente significativos asociados con la aplicación del programa VIVIFRAIL. Los hallazgos obtenidos confirman la hipótesis de la investigación, evidenciando una asociación estadística robusta entre las pruebas funcionales, función pulmonar la percepción de calidad de vida de la muestra.

El hallazgo más relevante de este estudio fue la integración de las variables de función pulmonar, destacando una correlación altamente significativa entre la PIM (fuerza de la musculatura inspiratoria) y la prueba de TUG (Timed Up and Go). Esta relación indica que una mayor fuerza inspiratoria se asocia a un menor tiempo de ejecución en el TUG. Asimismo, se obtuvieron asociaciones estadísticamente significativas entre los parámetros espirométricos (VEF1 y CVF) y la fuerza de prensión manual (HGS), estableciendo una relación directa entre mayor capacidad pulmonar y mayor fuerza prensil. Estos resultados respaldan la importancia de incorporar la evaluación de la función pulmonar en el abordaje de los usuarios mayores, dado su vínculo con el deterioro asociado a la edad y la fragilidad (Janssens et al., 1999).

Para finalizar el análisis de los resultados de calidad de vida, se observó una correlación altamente significativa con la circunferencia de cadera. Los datos indican que una mayor circunferencia de cadera se asocia con una peor percepción de la calidad de vida según el cuestionario SF-36, hallazgo que es consistente con lo reportado por Wolowacz et al., (2011).

Asimismo, integrar el análisis de la función pulmonar y la calidad de vida en intervenciones de ejercicio multicomponente, tales como el modelo VIVIFRAIL© (Izquierdo, M. 2019), proporcionaría una perspectiva más amplia. Esto facilitaría la obtención de evidencia sólida para interpretar la respuesta funcional de los participantes frente al programa.

9. Conclusiones

Los resultados de la investigación demuestran que los usuarios en promedio mantienen los parámetros funcionales adecuados para su rango etario, con un desempeño físico que se sitúa sobre el puntaje de corte para fragilidad.

La variabilidad encontrada en parámetros como el peso, la fuerza de prensión manual y PIM resaltan en la necesidad de evaluar a las personas mayores desde una arista individualizada, reconociendo los factores que pueden generar un impacto en su capacidad física, ya sea negativa o positiva.

En el ámbito de los parámetros morfológicos podemos destacar que aportan información complementaria que nos ayudan a confirmar aquellos parámetros funcionales tanto en función muscular como en función respiratoria.

Refiriéndose a Calidad de Vida, estos resultados sugieren que, si bien la mayoría presenta una calidad de vida adecuada, existe un sector de usuarios con puntajes significativamente menores que podría beneficiarse de intervenciones específicas orientadas a mejorar su salud percibida.

Con respecto al estudio de correlación de los parámetros de función pulmonar y calidad de vidas, incorporados a esta investigación, se concluye que si existe una correlación significativa con los parámetros funcionales y morfológicos, que nos demuestra la importancia de evaluar la conexión entre los diferentes sistemas que se encuentran asociados a los factores del envejecimiento. Estos resultados justifican la necesidad de la incorporación de estas evaluaciones previo a la realización de programas que involucren ejercicio físico, para poder tener una mirada amplia de los usuarios y del impacto que puede generar el ejercicio físico en sus vidas.

10. Proyecciones

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se proyecta el desarrollo de una futura investigación que evalúe de manera longitudinal el impacto del programa VIVIFRAIL sobre las variables funcionales, morfológicas, respiratorias y de calidad de vida de las personas mayores. Dado que esta investigación demuestra que este grupo de personas mayores presenta un buen nivel funcional, un estudio de comparación de medidas pre y post intervención permitiría evidenciar el impacto del ejercicio en la salud de las personas mayores, así como determinar con más precisión los cambios de estas variables atribuibles al ejercicio multicomponente.

Considerando que el programa de ejercicio multicomponente VIVIFRAIL ha mostrado ser un modelo eficaz para mantener y mejorar el rendimiento físico en personas mayores, se podrían evidenciar mejoras significativas en variables

funcionales como el SPPB, TUG y TM6. Asimismo, podría haber cambios en la fuerza de prensión manual (HGS) e incluso en el grosor muscular. Finalmente, esta proyección de un estudio pre y post intervención lograría evidenciar una mejora en el impacto del ejercicio en la calidad de vida percibida por las personas mayores y junto con esto mejorar los resultados en las dimensiones del cuestionario SF-36 y reducir las diferencias entre las personas que perciben un mayor y menor nivel de bienestar.

Este futuro análisis podría demostrar el efecto directo del programa de ejercicio multicomponente VIVIFRAIL sobre variables que influyen en la salud funcional y calidad de vida en personas mayores, para así evidenciar el impacto del ejercicio físico en la salud y contribuir a una mejor vejez para la población mayor.

11. Bibliografía

- Agostini, S., Mancuso, R., Citterio, L. A., Mihali, G. A., Arosio, B., & Clerici, M. (2023). Evaluation of serum miRNAs expression in frail and robust subjects undergoing multicomponent exercise protocol (VIVIFRAIL). *Journal of Translational Medicine*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12967-023-03911-3>
- Angulo, J., el Assar, M., Álvarez-Bustos, A., & Rodríguez-Mañas, L. (2020). Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty. In *Redox Biology* (Vol. 35). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101513>
- Barceló Reyna, R., Ornelas Contreras, M., & Blanco Vega, H. (2021). Utilización del Cuestionario de Salud SF-36 en personas mayores: Revisión sistemática. *Ansiedad y Estrés*, 27(1), 13–20.
- Asereje, F. O., & Ogunro, O. B. (2024). Deciphering the mechanisms, biochemistry, physiology, and social habits in the process of aging. *Archives of Gerontology and Geriatrics Plus*, 1(1), 100003. <https://doi.org/10.1016/j.aggp.2023.100003>
- Beurel, E., Toups, M., & Nemeroff, C. B. (2020). The Bidirectional Relationship of Depression and Inflammation: Double Trouble. In *Neuron* (Vol. 107, Issue 2, pp. 234–256). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.06.002>
- Chen, M., Wang, Y., Deng, S., Lian, Z., & Yu, K. (2022). Skeletal muscle oxidative stress and inflammation in aging: Focus on antioxidant and anti-inflammatory therapy. In *Frontiers in Cell and Developmental Biology* (Vol. 10). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.964130>
- Clark, W. H., & Franz, J. R. (2021). Age-related changes to triceps surae muscle-subtendon interaction dynamics during walking. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00451-y>

- Dugan, B., Conway, J., & Duggal, N. A. (2023). Inflammaging as a target for healthy ageing. In *Age and Ageing* (Vol. 52, Issue 2). <https://doi.org/10.1093/ageing/afac328>
- Franceschi, C., & Campisi, J. (2014). Chronic inflammation (Inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. In *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences* (Vol. 69). <https://doi.org/10.1093/gerona/glu057>
- Fulop, T., Larbi, A., Pawelec, G., Khalil, A., Cohen, A. A., Hirokawa, K., Witkowski, J. M., & Franceschi, C. (2023). Immunology of Aging: the Birth of Inflammaging. In *Clinical Reviews in Allergy and Immunology* (Vol. 64, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s12016-021-08899-6>
- Gopinath, B., Kifley, A., Flood, V. M., & Mitchell, P. (2018). Physical Activity as a Determinant of Successful Aging over Ten Years. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28526-3>
- Grevendonk, L., Connell, N. J., McCrum, C., Fealy, C. E., Bilet, L., Bruls, Y. M. H., Mevenkamp, J., Schrauwen-Hinderling, V. B., Jørgensen, J. A., Moonen-Kornips, E., Schaart, G., Havekes, B., de Vogel-van den Bosch, J., Bragt, M. C. E., Meijer, K., Schrauwen, P., & Hoeks, J. (2021). Impact of aging and exercise on skeletal muscle mitochondrial capacity, energy metabolism, and physical function. *Nature Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24956-2>
- Jomova, K., Raptova, R., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2023a). Reactive oxygen species, toxicity, oxidative stress, and antioxidants: chronic diseases and aging. In *Archives of Toxicology* (Vol. 97, Issue 10). <https://doi.org/10.1007/s00204-023-03562-9>
- Kim, D. J., Massa, M. S., Clarke, R., Scarlett, S., O'Halloran, A. M., Kenny, R. A., & Bennett, D. (2022). Variability and agreement of frailty measures and risk of falls, hospital admissions and mortality in TILDA. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08959-7>
- Lee, M., Lee, H., Song, K., & Lee, Y. M. (2022). Benefits of sustained physical activity from middle age to early old age on quality of life in early old age. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20431-0>
- Lee, W. J., Peng, L. N., Lin, C. H., Lin, H. P., Loh, C. H., & Chen, L. K. (2018). The synergic effects of frailty on disability associated with urbanization, multimorbidity, and mental health: implications for public health and medical care. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32537-5>
- Lee, Y. I., Choi, S., Roh, W. S., Lee, J. H., & Kim, T. G. (2021). Cellular senescence and inflammaging in the skin microenvironment. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 22, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/ijms22083849>

- Lerena, V. S., Coronello, E. C., Torres Barrón, I. C., Lucas, S. P., & Diaz, A. G. (2024). Sarcopenia: ¿Es posible un diagnóstico clínico? [Sarcopenia: is a clinical diagnosis possible?]. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Cordoba, Argentina)*, 81(1), 83–95. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v81.n1.42334>
- Liao, Y. Y., Chen, I. H., & Wang, R. Y. (2019). Effects of Kinect-based exergaming on frailty status and physical performance in prefrail and frail elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45767-y>
- Liu, L. K., Guo, C. Y., Lee, W. J., Chen, L. Y., Hwang, A. C., Lin, M. H., Peng, L. N., Chen, L. K., & Liang, K. Y. (2017). Subtypes of physical frailty: Latent class analysis and associations with clinical characteristics and outcomes. *Scientific Reports*, 7. <https://doi.org/10.1038/srep46417>
- López-García, M., Jiménez-Rejano, J. J., & Suárez-Serrano, C. M. (2024). Telerehabilitation: Vestibular Physiotherapy vs. Multicomponent Exercise for Functional Improvement in Older Adults: Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/jcm13144279>
- Mongold, S. J., Georgiev, C., Naeije, G., vander Ghinst, M., Stock, M. S., & Bourguignon, M. (2024). Age-related changes in ultrasound-assessed muscle composition and postural stability. *Scientific Reports*, 14(1), 18688. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-69374-8>
- Navaratnarajah, A., & Jackson, S. H. D. (2017). The physiology of ageing. In *Medicine (United Kingdom)* (Vol. 45, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2016.10.008>
- O'Brien, M. W., Bray, N. W., Quirion, I., Ahmadi, S., Faivre, P., Gallant, F., Gagnon, C., Sénéchal, M., Dupuy, O., Bélanger, M., & Mekari, S. (2024). Association between changes in habitual stepping activity and cognition in older adults. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58833-x>
- Preston, J., & Biddell, B. (2021). The physiology of ageing and how these changes affect older people. In *Medicine (United Kingdom)* (Vol. 49, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.10.011>
- Sharifi-Rad, M., Anil Kumar, N. v., Zucca, P., Varoni, E. M., Dini, L., Panzarini, E., Rajkovic, J., Tsouh Fokou, P. V., Azzini, E., Peluso, I., Prakash Mishra, A., Nigam, M., el Rayess, Y., Beyrouthy, M. el, Polito, L., Iriti, M., Martins, N., Martorell, M., Docea, A. O., ... Sharifi-Rad, J. (2020). Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 11). <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00694>
- Sies, H. (2020). Oxidative stress: Concept and some practical aspects. *Antioxidants*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/antiox9090852>
- Young, F., & Maguire, S. (n.d.-a). *Physiology of ageing*.

- López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. In *Cell* (Vol. 153, Issue 6, p. 1194). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.039>
- Lavretsky, H., y Pot, AM (2024). Crisis global y salud mental y bienestar de los adultos mayores. *International Psychogeriatrics* , 1–2. doi:10.1017/S1041610223000960
- Cox, D.R., Fitzpatrick, R., Fletcher, A.E., 1992. Quality-of-life assessment: can we keep it simple? *Journal of Royal Statistics Series A* 155, 353– 393.
- Alonso J, Prieto L, and Antó JM. La versión Española del "SF-36 Health Survey" (Cuestionario de Salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Medicina Clínica* 1995; 104(20):771-776.
- Turney, S. (2023, 22 de junio). *Central Limit Theorem | Formula, Definition & Examples*. Scribbr. <https://www.scribbr.com/statistics/central-limit-theorem/>
- Hernández R. , (2014). Metodología de la investigación 6ta edición. Mexico: Mc Graw Hill.
- Granic, A. et al. Hallmarks of ageing in human skeletal muscle and implications for understanding the pathophysiology of sarcopenia in women and men. *Clin. Sci.* 137, 1721–1751 (2023).
- Sayer, A.A., Cooper, R., Arai, H. et al. Sarcopenia. *Nat Rev Dis Primers* 10, 68 (2024).
- de Toda, I. M., Ceprián, N., Cerro, E. D. del, & de la Fuente, M. (2021). The role of immune cells in oxi-inflamm-aging. In *Cells* (Vol. 10, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/cells10112974>
- el Assar, M., Álvarez-Bustos, A., Sosa, P., Angulo, J., & Rodríguez-Mañas, L. (2022). Effect of Physical Activity/Exercise on Oxidative Stress and Inflammation in Muscle and Vascular Aging. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 23, Issue 15). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms23158713>
- Ferrucci, L., & Fabbri, E. (2018). Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. In *Nature Reviews Cardiology* (Vol. 15, Issue 9, pp. 505–522). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0064-2>
- Franceschi, C., Garagnani, P., Parini, P., Giuliani, C., & Santoro, A. (2018). Inflammaging: a new immune–metabolic viewpoint for age-related diseases. In *Nature Reviews Endocrinology* (Vol. 14, Issue 10, pp. 576–590). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41574-018-0059-4>
- Jimenez-Gutierrez, G. E., Martínez-Gómez, L. E., Martínez-Armenta, C., Pineda, C., Martínez-Nava, G. A., & Lopez-Reyes, A. (2022). Molecular Mechanisms of Inflammation in Sarcopenia: Diagnosis and Therapeutic Update. In *Cells* (Vol. 11, Issue 15). MDPI. <https://doi.org/10.3390/cells11152359>

- Petrella, M., Aprahamian, I., Mamoni, R. L., de Vasconcellos Romanini, C. F., Lima, N. A., de Cássio Robello, E., da Costa, D. L., An, V. N., Aguirre, B. N., Galdeano, J. R., Fernandes, I. C., Soleman Hernandez, S. S., Cesari, M., Morley, J. E., Izquierdo, M., & Oude Voshaar, R. C. (2021). The effect of a multicomponent exercise protocol (VIVIFRAIL©) on inflammatory profile and physical performance of older adults with different frailty status: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02030-2>
- Fuentes-Abolafio, I. J., Bernal-López, M. R., Gómez-Huelgas, R., Ricci, M., Cuesta-Vargas, A. I., & Pérez-Belmonte, L. M. (2022). Relationship between quadriceps femoris muscle architecture and muscle strength and physical function in older adults with heart failure with preserved ejection fraction. *Scientific reports*, 12(1), 21660. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26064-7>
- Voskuil, C., Dudar, M., Zhang, Y., & Carr, J. (2023). Skeletal Muscle Ultrasonography and Muscle Fitness Relationships: Effects of Scanning Plane and Echogenicity Correction. *Muscles*, 2(2), 109–118. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/muscles2020010>
- Simó-Servat, A., Guevara, E., Perea, V., Alonso, N., Quirós, C., Puig-Jové, C., & Barahona, M.-J. (2023). Role of muscle ultrasound for the study of frailty in elderly patients with diabetes: A pilot study. *Biology*, 12(6), 884. <https://doi.org/10.3390/biology12060884>
- Siniscalchi, C., Nouvenne, A., Cerundolo, N., Meschi, T., & Ticinesi, A. (2024). Diaphragm Ultrasound in Different Clinical Scenarios: A Review with a Focus on Older Patients. In *Geriatrics (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/geriatrics9030070>
- Stock, M. S., & Thompson, B. J. (2021). Echo intensity as an indicator of skeletal muscle quality: applications, methodology, and future directions. In *European Journal of Applied Physiology* (Vol. 121, Issue 2, pp. 369–380). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04556-6>
- Tejchman, K., Kotfis, K., & Sieńko, J. (2021). Biomarkers and mechanisms of oxidative stress—last 20 years of research with an emphasis on kidney damage and renal transplantation. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 22, Issue 15). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms22158010>
- Wu, I. C., Lin, C. C., & Hsiung, C. A. (2015). Emerging roles of frailty and inflammaging in risk assessment of age-related chronic diseases in older adults: The intersection between aging biology and personalized medicine. *BioMedicine (Taiwan)*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.7603/s40681-015-0001-1>
- Efendi F, Tonapa SI, tiene EMM, ho KHM. Efectos del ejercicio con bandas de resistencia en silla sobre el funcionamiento físico, la calidad del sueño y la depresión de los adultos mayores en centros de atención a

largo plazo: revisión sistemática y metanálisis. *Int J Nurs Sci*. 26 de diciembre de 2022; 10(1):72-81. doi: 10.1016/j.ijnss.2022.12.002. PMID: 36860706; PMCID: PMC9969069.

- Chen, K., Li, C., Chang, Y., Huang, H., & Cheng, Y. (2014). An elastic band exercise program for older adults using wheelchairs in Taiwan nursing homes: A cluster randomized trial. *International Journal Of Nursing Studies*, 52(1), 30-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2014.06.005>
- Woolf, D., Amonette, J., Street-Perrott, F. *et al.* Biocarbón sostenible para mitigar el cambio climático global. *Nat Commun* 1, 56 (2010). <https://doi.org/10.1038/ncomms1053>
- Tindall, L. (2009). J.A. Smith, P. Flower and M. Larkin (2009), Interpretative Phenomenological Analysis: Theory, Method and Research. *Qualitative Research In Psychology*, 6(4), 346-347. <https://doi.org/10.1080/14780880903340091>
- Bonnet, J., Yin, P., Ortiz, M. E., Subsoontorn, P., & Endy, D. (2013). Amplifying genetic logic gates. *Science*, 340(6132), 599-603. <https://doi.org/10.1126/science.1232758>
- Gauriau, C., & Bernard, J. F. (2004). Posterior Triangular Thalamic Neurons Convey Nociceptive Messages to the Secondary Somatosensory and Insular Cortices in the Rat. *Journal of Neuroscience*, 24(3), 752–761. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3272-03.2004>.
- Bilbeny, N., Miranda, J. P., Eberhard, M. E., Ahumada, M., Méndez, L., Orellana, M. E., Cid, L., Ritter, P., & Fernández, R. (2018). Survey of chronic pain in Chile – prevalence and treatment, impact on mood, daily activities and quality of life. *Scandinavian Journal Of Pain*, 18(3), 449-456. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2018-0076>
- Randic, M., Jiang, M., & Cerne, R. (1993). Long-term potentiation and long-term depression of primary afferent neurotransmission in the rat spinal cord. *Journal Of Neuroscience*, 13(12), 5228-5241. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.13-12-05228.1993>
- Takeda, M., Takahashi, M., Kitagawa, J., Kanazawa, T., Nasu, M., & Matsumoto, S. (2013). Brain-Derived Neurotrophic Factor Enhances the Excitability of Small-Diameter Trigeminal Ganglion Neurons Projecting to the Trigeminal Nucleus Interpolaris/Caudalis Transition Zone following Masseter Muscle Inflammation. *Molecular Pain*, 9. <https://doi.org/10.1186/1744-8069-9-49>
- Fujii, S., Igarashi, K., Sasaki, H., Furuse, H., Ito, K., Kaneko, K., Kato, H., Inokuchi, J., Waki, H., & Ando, S. (2002). Effects of the mono- and tetrasialogangliosides GM1 and GQ1b on ATP-induced long-term potentiation in hippocampal CA1 neurons. *Glycobiology*, 12(5), 339-344. <https://doi.org/10.1093/glycob/12.5.339>

- Bhawe, G., Zhu, W., Wang, H., Brasier, D., Oxford, G. S., & Gereau, R. W. (2002). cAMP-Dependent Protein Kinase Regulates Desensitization of the Capsaicin Receptor (VR1) by Direct Phosphorylation. *Neuron*, 35(4), 721-731. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(02\)00802-4](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)00802-4)
- Luo, C., Seeburg, P. H., Sprengel, R., & Kuner, R. (2008). Activity-dependent potentiation of calcium signals in spinal sensory networks in inflammatory pain states. *Pain*, 140(2), 358-367. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.09.008>
- Sies, H., & Jones, D. P. (2020). Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 21(7), 363-383. <https://doi.org/10.1038/s41580-020-0230-3>
- Sies, H., Mailloux, R. J., & Jakob, U. (2024). Fundamentals of redox regulation in biology. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 25(9), 701-719. <https://doi.org/10.1038/s41580-024-00730-2>
- Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., & Thompson, B. R. (2019). Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine*, 200(8), e70-e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590st>
- *ERS Respiratory Channel*. (s. f.). ERS Respiratory Channel. <https://www.ers-education.org/guidelines/global-lung-function-initiative.aspx>
- Acuña, S., Gonzalez, Gustavo., Marchant, Guillermo., Velgar, Constanza., Vargas, Carlos. (2020). Relationship Between Insulin Resistance, Measured through Homa (Homeostasis Model Assessment), and the Respiratory Function, Anthropometric Characteristics, Functional Capacity and Quality of Life. *Metabolism* (Vol. 104). <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2019.12.006>
- Schnittker, J., & Bacak, V. (2014). The increasing predictive validity of self-rated health. *PloS one*, 9(1), e84933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084933>
- Wolowacz, S. E., Briggs, A. H., Belozeroff, V., Karnon, J., Klein, E., & Isitt, J. (2011). Estimating health-state utility from SF-36 data by mapping to EQ-5D: "impact of comorbidities on utility-based quality of life." *Value in Health*, 14(8), 1134-1144.
- Pacheco, J. Soto, M. Urra, I. (2024). Efectos de un protocolo de ejercicio físico según programa VIVIFRAIL en parámetros REDOX, antropométricos y funcionales en personas mayores pertenecientes a la ciudad de Valparaíso: ¿Una nueva opción para combatir el estrés oxidativo durante la vejez?

