

Universidad de Valparaíso
Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina

**“EFECTOS DEL PROTOCOLO VIVIFRAIL® EN VARIABLES FUNCIONALES,
ANTROPOMÉTRICAS, ECOGRÁFICAS Y REDOX DE ADULTOS MAYORES:
ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y COMPARATIVO DE TRES COHORTES EN LA CIUDAD
DE VALPARAÍSO (2023, 2024 y 2025)”**

TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO (A) EN
KINESIOLOGÍA

AUTORES: DIANA BARRAZA,
DAPHNE CALFIL,
NICOLÁS CORTÉS,
KATRINA FLORES.

PROFESOR GUÍA: MARÍA JOSÉ
VÁSQUEZ CASTRO.

PROFESORES CO-GUÍAS: PAMELA SOTO Y
CARLOS VARGAS.

TUTOR: CARLOS JARA.

Viña del Mar, Chile.
2025

ÍNDICE

1. ABSTRACT	4
2. INTRODUCCIÓN	5
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 ENVEJECIMIENTO	7
3.2 SARCOPENIA	9
3.3 FRAGILIDAD	11
3.4 SALUD MENTAL	12
3.4.1 INDEPENDENCIA	13
3.5 ENTRENAMIENTO EN PERSONAS MAYORES	13
3.6 PROGRAMA VIVIFRAIL®	14
4. METODOLOGÍA	17
4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
4.2 HIPOTESIS	17
4.3 ANÁLISIS DE VIABILIDAD	17
4.4 OBJETIVOS	17
4.4.1 OBJETIVOS GENERALES	17
4.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4.5 TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO	18
4.5.1 TIPO DE ESTUDIO	18
4.5.2 DISEÑO DE ESTUDIO	18
4.6 POBLACIÓN Y MUESTRA	18
4.6.1 POBLACIÓN	18
4.6.2 MUESTRA	18
4.6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN	18
4.7 VARIABLES	19
4.8 INSTRUMENTOS Y MATERIALES	22
4.8.1 DINAMOMETRÍA	22
4.8.2 ULTRASONOGRAFÍA	22
4.8.3 CUESTIONARIO IPAQ	23
4.9 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS	23
4.9.1 PROCESAMIENTO DE DATOS	23
4.9.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
4.10 PROCEDIMIENTOS	24
4.10.1 APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FISICO VIVIFRAIL®	24
4.10.2 PASAPORTE SANITARIO	24
4.11 CONSIDERACIONES ÉTICAS	26
5. RESULTADOS	33
5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO	33
5.2 ANÁLISIS COMPARATIVO	36

6. DISCUSIÓN	
7. CONCLUSIÓN	
8. BIBLIOGRAFÍA	

39
45
46

1. ABSTRACT

Introduction. Population aging in Chile poses significant challenges for maintaining functionality and preventing frailty and sarcopenia. In this context, the VIVIFRAIL® protocol was carried out during three cohorts corresponding to the years 2023, 2024, and 2025, with measurements and interventions performed at the GERÓPOLIS Interdisciplinary Center for the Development of Older Adults, part of the University of Valparaíso. The aim was to evaluate the impact of the program on functional, anthropometric, ultrasound, and redox variables and how these results will enable the identification of strategies to address key factors in the future. **Methodology.** A descriptive and comparative analysis study will be conducted on these three cohorts a population of older adults between the ages of 70 and 85. **Results.** Based on a descriptive analysis of the cohorts (2023 and 2024) in anthropometric variables, no significant changes were found, whereas significant improvements were observed in functional variables. In the comparative analysis of pre-intervention variables between the different cohorts, significant differences were observed in functional and ultrasound variables, while anthropometric variables did not show statistically significant differences. **Conclusions.** The VIVIFRAIL® protocol is presented as an effective and applicable intervention capable of generating functional improvements in older adults.

Keywords: Aging, frailty, sarcopenia, VIVIFRAIL® program.

RESUMEN

Introducción. El envejecimiento poblacional en Chile plantea desafíos importantes para la mantención de la funcionalidad y prevención de la fragilidad y sarcopenia. En este contexto, se llevó a cabo el protocolo VIVIFRAIL® durante tres cohortes correspondientes a los años 2023, 2024 y 2025, cuyas mediciones e intervenciones se realizaron en el Centro Interdisciplinario para el Desarrollo del Adulto Mayor GERÓPOLIS perteneciente a la Universidad de Valparaíso. Con el fin de evaluar el impacto del programa en variables funcionales, antropométricas, ecográficas y redox y cómo estos resultados permitirán identificar estrategias para abordar factores claves a futuro. **Metodología.** Se realizará un estudio de análisis descriptivo y comparativo aplicado a esas tres cohortes a una población de personas mayores entre 70 y 85 años. **Resultados.** A partir de un análisis descriptivo de las cohortes (2023 y 2024) en variables antropométricas no se encontraron cambios significativos, en cambio en variables funcionales se evidenciaron mejoras significativas. En el análisis comparativo de las variables pre-intervención entre las distintas cohortes se observan diferencias significativas en variables funcionales y ecográficas, mientras que las variables antropométricas no presentan diferencias estadísticamente significativas. **Conclusiones.** El protocolo VIVIFRAIL® se presenta como una intervención eficaz y aplicable, capaz de generar mejoras funcionales en personas mayores.

Palabras claves: Envejecimiento, fragilidad, sarcopenia, programa VIVIFRAIL®.

2. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso fisiológico, dinámico e irreversible, que se produce en el desarrollo individual de los organismos vivos a lo largo del tiempo, y todos los seres humanos lo experimentan a lo largo de su vida (Dziechciaż & Filip, 2014). Alrededor de los 20-30 años, los seres humanos ya adquirieron todo el desarrollo fisiológico que alcanzarán en su ciclo vital. A partir de esa etapa comienza el proceso de envejecimiento, aunque el ritmo de cambio es heterogéneo. Este proceso continuará hasta seis o siete décadas y terminará en la muerte (Izquierdo et al., 2021). Sin embargo, la forma en que se vive esta etapa varía significativamente entre individuos.

A medida que las personas envejecen es común que se enfrenten a una serie de cambios físicos y psicológicos que impactan en la calidad de vida. A consecuencia del aumento de la edad biológica, la jubilación y la reducción de las actividades sociales, la muerte de familiares y amigos, la separación de los hijos por matrimonio, trabajo o inmigración, los mayores se sienten más aislados, y por ende aumenta en ellos la prevalencia de la depresión. A su vez, se considera a menudo un proceso desafiante, durante el cual las personas pierden la confianza y experimentan una pérdida de productividad. Se han observado importantes disminuciones en el estatus social y cultural de los adultos mayores durante el último siglo como resultado de la industrialización y la modernización. La era industrial y los avances tecnológicos han aumentado la necesidad de que las personas trabajen de manera eficiente y rápida para seguir siendo competitivas. Estos cambios han tenido el efecto de disminuir la necesidad y la visibilidad de las actividades de los adultos mayores (Kang & Kim, 2022). Todas estas causas los hacen más vulnerables a múltiples riesgos asociados a la temprana aparición de enfermedades y disfunciones (Estebansari et al., 2019). Tales como enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, obesidad, disminución de la función muscular, problemas de salud mental y mayor morbilidad al final de la vida (Izquierdo et al., 2021).

Los múltiples riesgos preliminarmente expuestos contribuyen a una progresiva transición de esta población hacia estadios más avanzados de fragilidad, proceso que se ve modulado por la interacción dinámica de variables intrínsecas (biológicas y funcionales) y extrínsecas (ambientales y sociales), propias del envejecimiento, siendo la fragilidad un síndrome geriátrico caracterizado por un estado de vulnerabilidad, causado por una disminución de la reserva fisiológica de múltiples órganos producto del envejecimiento, por ello los diferentes sistemas del organismo tienen una disminución de la capacidad para responder a factores estresantes, interfiriendo en la mantención de la homeostasis (Nascimento et al., 2019).

Cuando la homeostasis sufre un desequilibrio aparece la sarcopenia, siendo una de las principales enfermedades que afectan significativamente a la persona mayor. Muchas personas tienen poca conciencia de la sarcopenia como una entidad patológica y el deterioro funcional asociado se percibe en cambio como una consecuencia inevitable del

envejecimiento. Esto incluye evidencia que demuestra que la sarcopenia puede precipitar el deterioro de la función física y la movilidad, afectar negativamente la calidad de vida y aumentar el riesgo de muchos otros resultados adversos, como caídas, fracturas y mortalidad prematura (Sayer et al., 2024).

Como una de las formas de contrarrestar estas problemáticas desde una mirada más integral, la actividad física representa una piedra angular en la prevención primaria de al menos 35 enfermedades crónicas (Pedersen & Saltin, 2015). Hay evidencia sólida de que la actividad física y el ejercicio son una estrategia preventiva y terapéutica para la enfermedad cardiovascular, la diabetes y la obesidad; mejorar la función muscular, la salud mental y la calidad de vida, reduciendo la mortalidad. Con respecto al ejercicio, la combinación de entrenamiento de equilibrio y resistencia es la intervención más eficaz para reducir las caídas, para las cuales no se dispone de terapia farmacológica y el entrenamiento de resistencia es el tratamiento principal para la sarcopenia (Izquierdo et al., 2021).

Por lo anterior, resulta de particular interés realizar un seguimiento descriptivo y comparativo entre las cohortes 2023, 2024 que ya han realizado el protocolo y las del transcurso de este año 2025, que fueron agregando más variables a la investigación. Con el fin de analizar los efectos en los parámetros funcionales, antropométricos, imagenológicos y REDOX obtenidos en cada año, además de observar el impacto en la funcionalidad física y la adherencia a la práctica de los ejercicios. De este modo, los hallazgos obtenidos permitirán comprender con mayor profundidad el impacto del programa VIVIFRAIL® en la población adulta mayor desde una mirada más integral.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ENVEJECIMIENTO

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) “Chile se encuentra en una etapa avanzada de envejecimiento poblacional, con una baja fecundidad, situándose bajo la tasa de reemplazo desde inicios de la década del 2000 y un bajo nivel de mortalidad, con un aumento sostenido de la esperanza de vida”. Por lo tanto, no es del todo erróneo

concluir que dicho incremento de la esperanza de vida se realice acompañado de nuevas y distintas problemáticas, las cuales no sólo afectarán a la persona en sí, sino también a su familia y a la sociedad en conjunto (Boron & Boulpaep, 2022). Es por esto que resulta imprescindible ampliar nuestro conocimiento sobre envejecimiento y entender dicho proceso como uno multidimensional, tomando en consideración los efectos fisiológicos, los distintos síndromes geriátricos y diferentes contextos sociales.

La causa del envejecimiento es debido a que las células del organismo en cuestión envejecen. El envejecimiento, desde el punto de vista biológico, se define como el cambio gradual de un organismo que conduce a un mayor riesgo de debilidad, enfermedad y muerte, caracterizado por disminución en las funciones biológicas y en la capacidad para adaptarse al estrés metabólico (Lozano García & Castellanos Gutiérrez, n.d.). Efectos generales del envejecimiento incluyen inmunidad reducida, pérdida de la fuerza muscular, disminución en el control homeostático, entre otras disfunciones cognitivas y sociales. Son múltiples los mecanismos que interfieren en dicho proceso, pudiendo diferenciarse factores propios de la célula como otros inducidos por el ambiente en el cual se encuentra, destacando que dichos mecanismos no actúan de forma individual, sino que se complementan. El envejecimiento puede ser explicado a través de nueve mecanismos, los que incluyen: inestabilidad genómica, desgaste y acortamiento de telómeros, alteración epigenética (metilación del ADN, modificación de histonas, remodelación de la cromatina, alteraciones transcripcionales), pérdida de la proteostasis (homeostasis defectuosa de las proteínas), desregulación de la detección de nutrientes, disfunción mitocondrial, senescencia celular, estrés de las células madre y alteración de la comunicación intercelular (López-Otín et al., 2013).

Son múltiples los factores que aportan al daño del material genético, tanto exógenos (biológicos, físicos y químicos) como endógenos, especies reactivas de oxígeno (ROS), los cuales interrumpen la integridad del ADN nuclear y mitocondrial. Es necesario destacar que la mayoría de estos daños pasan desapercibidos, dado que las células poseen múltiples mecanismos de reparación, previniendo así que se transmita la información genética dañada, sin embargo, algunos persisten y estos logran acumularse a medida que las células envejecen. Dicho envejecimiento pudiese ser explicado a través del acortamiento progresivo de los telómeros, el que eventualmente, y en última instancia, causa la detención del ciclo celular. Recordar que estas estructuras garantizan la replicación completa de los extremos del cromosoma, además de protegerlos de la fusión y degradación, sin embargo, cuando las células somáticas se replican, una pequeña sección del telómero no se duplica, por lo tanto, pierde progresivamente las funciones descritas.

Durante el envejecimiento, la red de proteostasis se vuelve cada vez menos eficaz por una carga mayor de proteínas mal plegadas y acumulación de proteínas que han sido

dañadas por oxidación, particularmente en células de poblaciones estáticas como las neuronas (Hoda & Hoda, 2020). Si bien, lo anterior es posible de evidenciar en este grupo celular, la pérdida de la homeostasis proteica ocurre en todo el organismo.

Lo anterior, caracteriza el desarrollo de las múltiples enfermedades neurodegenerativas, en donde la agregación de proteínas plegadas de manera defectuosa en diferentes regiones del cerebro dispara una serie de efectos neurotóxicos, entre los que destacan la disfunción sináptica, de organelos (mitocondrias y lisosomas) y citoesqueleto), favoreciendo una respuesta inflamatoria que conduce, finalmente, a la muerte celular. Dentro de las condiciones más relevantes, destaca la Enfermedad de Alzheimer, de Parkinson, de Huntington, Esclerosis Lateral Amiotrófica y degeneraciones de distintas áreas cerebrales (lóbulo frontotemporal, corticobasal, entre otras) (Mexicana De Neurología, 2015).

Aunque se han culpado a infinidad de factores o alteraciones metabólicas de ser las causantes de estas enfermedades, existe un defecto en común en casi todas, la disfunción mitocondrial (Aguilar-Gamas et al., 2023). Los cambios producidos por el envejecimiento en las mitocondrias provocan que éstas reduzcan su función y predomine la liberación de electrones, causando así un aumento en la producción de radicales libres y ROS. Cabe destacar, que la liberación de electrones hacia la matriz son producto de la cadena transportadora de electrones, y dado que el oxígeno es capaz de difundir fácilmente en la membrana celular, los electrones se unen al oxígeno, el cual se encuentra en grandes cantidades. Los radicales libres formados al ser altamente reactivos son capaces de dañar membranas (modificándolas, perdiendo su función), complejos proteicos (generación de grupos carbonilos), lípidos (lipoperoxidación) y material genético (ARN y ADN, a través de aductos de ADN), sin embargo, la célula a través a del mecanismo de apoptosis (mecanismo de contención) previene el mal funcionamiento del organelo (Mohamed Yusoff & Mohd Khair, 2024).

Una de las principales consecuencias del estrés oxidativo producido en el proceso de envejecimiento, es la acumulación de mutaciones a nivel del ADN mitocondrial muscular, lo que se traduce en una reducción de la síntesis proteica, de ATP, provocando finalmente la muerte de la fibra muscular (Reina et al., 2019). Esto adquiere mayor relevancia a partir de los 50 años puesto que, desde esa edad, existe una disminución marcada de la masa muscular (1 - 2% por año), disminuyendo a su vez, la fuerza muscular (Méndez et al., 2024).

3.2 SARCOPENIA

Tal como se explicó previamente, el envejecimiento está caracterizado por un decaimiento de los mecanismos fisiológicos que permiten la mantención y funcionamiento de los distintos tejidos, siendo uno de los más afectados el sistema musculoesquelético.

Sarcopenia es un término que proviene del griego “pobreza de carne”, siendo primeramente descrito por Rosenberg en 1989, desde entonces la definición ha evolucionado. En primera instancia, el término de sarcopenia hacía referencia a desgaste muscular por sí solo, sin tomar en consideración las múltiples consecuencias que el fenómeno representa.

La definición que mayormente se cita en la actualidad es la propuesta por el European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP). En la práctica clínica, se establece que una persona con baja fuerza muscular y baja masa o calidad muscular se le diagnosticará sarcopenia (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019), por lo tanto, pudiendo entender dicho concepto como una condición de falla o insuficiencia musculoesquelética. Como se mencionó previamente, son múltiples los sistemas fisiológicos que se verán afectados por el proceso de envejecimiento, los que en conjunto producen y aumentan la vulnerabilidad del sistema en general, condicionando mayores cambios en el estado de salud, pues el organismo va perdiendo paulatinamente su capacidad de responder a eventos estresantes.

En un estado fisiológico indemne, la homeostasis del tejido muscular es mantenida a través del delicado balance entre formación de nuevas células musculares, hipertrofia y proteólisis, dicho balance, es coordinado por la correcta interacción entre el cerebro, el sistema endocrino y sistema inmune, viéndose afectado por factores nutricionales y la cantidad de actividad física (Clegg et al., 2013). La pérdida de la homeostasis proteica genera distintos cambios celulares en el tejido muscular, como la reducción en el número y tamaño de miofibras, afectando principalmente a fibras tipo II, esto debido a la transición a fibras tipo I relacionado a la edad, en concomitancia con infiltración grasa (intramuscular e intermuscular) y una disminución en el número de células satélites de fibras tipo II (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019). Por lo tanto, la pérdida de fuerza muscular pudiese estar asociada a la atrofia y reducción de las fibras tipo II (Wiedmer et al., 2021). Como la indemnidad depende la correcta interacción entre sistemas, resulta importante destacar la interacción existente entre el sistema vascular y esta condición clínica, la cual resulta esencial para la contracción muscular, siendo capaz de reaccionar a la inmediatez en respuesta del ejercicio para poder distribuir oxígeno y nutrientes mientras se remueve productos de desecho y se regula la temperatura. Sin embargo, con la edad, existe una reducción de la perfusión vascular, a la vez de una pérdida en número de capilares y de contactos capilares, lo que reduce la capacidad del músculo de generar fuerza (Sayer et al., 2024).

En 2010, el EWGSOP propuso tres criterios diagnósticos: baja masa muscular (definida por un índice de masa muscular esquelético inferior a 8,9 kg/m²), baja fuerza muscular (definida por una fuerza de prensión manual inferior a 30 kg en hombres y 20 kg en mujeres) y bajo rendimiento física (definido por velocidades de marcha inferiores a 0,8 m/s). Siendo posible de clasificar a su vez en pre - sarcopenia, sarcopenia y sarcopenia grave, esto, en función de la presencia de baja masa muscular y la presencia o ausencia de deterioro funcional (baja fuerza muscular y bajo rendimiento físico). Sin embargo, en 2018, el EWGSOP realizó una revisión de sus herramientas y consideró a la baja fuerza muscular como el principal parámetro para el diagnóstico de sarcopenia (Cho et al., 2022). En la práctica, la sospecha clínica está justificada cuando el paciente presenta síntomas o signos de sarcopenia (como caídas, debilidad, lentitud al caminar, dificultad para levantarse de una silla, pérdida de peso o atrofia muscular) (Kim & Choi, 2013).

Por las razones antes mencionadas, este síndrome geriátrico, caracterizado por un trastorno progresivo y generalizado de la morfología y función del músculo esquelético, se encuentra intrínsecamente asociado con un mayor riesgo de padecer resultados adversos de salud (mencionados anteriormente), generando en consecuencia una peor calidad de vida (Beatriz, 2021). Así pues, el diagnóstico y evaluación temprana de sarcopenia son cruciales para implementar intervenciones apropiadas para mitigar los riesgos de salud asociados. Dada la definición entregada previamente, la pérdida progresiva de masa, fuerza y potencia del músculo esquelético se consideran componentes clave para el desarrollo de fragilidad (Cruz-Jentoft et al., 2010).

3.3 FRAGILIDAD

La fragilidad es un síndrome geriátrico caracterizado por un estado de vulnerabilidad causado por una disminución de la reserva fisiológica de múltiples órganos producto del envejecimiento, por ello, los diferentes sistemas del organismo tienen una disminución de la capacidad para responder a factores estresantes, interfiriendo en la mantención de la homeostasis (Nascimento et al., 2019). Este declive acumulativo agota las reservas homeostáticas, favoreciendo que pequeños eventos estresantes desencadenen cambios desproporcionados en el estado de salud (Clegg et al., 2013). Bajo estas circunstancias, las personas frágiles presentan mayor riesgo de caídas, discapacidad, ingreso hospitalario y muerte. El deterioro de la marcha y el equilibrio son factores de riesgo relevantes para las caídas, aunque cuando suelen repetirse se asocian a reacciones psicológicas de miedo, lo cual repercute en el desarrollo de una dismovilidad severa (Clegg et al., 2013). Lo anterior, se traduce en desuso, lo que contribuye a la generación de atrofia muscular, lo cual se ve reflejado en la pérdida progresiva y generalizada de la

masa y la fuerza del músculo esquelético, favoreciendo así, la aparición temprana de sarcopenia (Nascimento et al., 2019).

Existen numerosas definiciones de fragilidad, las dos más utilizadas son la “fragilidad fenotípica”, en donde una presentación clínica validada marca un síndrome clínico y una fisiopatología distintivos, y el índice de fragilidad “modelo de acumulación de déficit”, la cual resume las manifestaciones y consecuencias clínicas y de laboratorio, y los factores de riesgo. Estas dos conceptualizaciones distintas comparten la misma nomenclatura y predicen un alto riesgo de mortalidad e institucionalización, sin embargo, denotan teorías, etiologías, medidas y posiblemente procesos diferentes (D. H. Kim & Rockwood, 2024). De los dos conceptos propuestos, esta investigación se enfocará en la “fragilidad fenotípica”, el otro concepto quedará reservado para futuras discusiones.

Así, Fried y colaboradores, definen la fragilidad operativamente como una condición que cumple 3 de los 5 criterios fenotípicos que indican un compromiso energético, siendo: agotamiento (primera manifestación), debilidad (baja fuerza de prensión manual), lentitud (velocidad de marcha reducida), actividad física y pérdida de peso no intencionada (última manifestación). A su vez, una persona se considera pre - frágil si presenta de 1 a 2 características, y robusta si no presenta ninguna de estas (Fried et al., 2001). Presentar las cinco características indica una transición crítica, en donde la mortalidad aumenta bruscamente y la posibilidad de reversión disminuye (Xue et al., 2020).

Varios estudios han evaluado la naturaleza dinámica de la fragilidad, con el tiempo, pueden producirse transiciones entre los distintos estadios de fragilidad, de manera que las personas pueden empeorar, mejorar o mantener su grado actual de fragilidad (Gill et al., 2006). Al considerar las opciones de manejo, es importante reconocer que las personas diagnosticadas con fragilidad varían en su presentación y en sus necesidades de tratamiento (Allison et al., 2021). La fragilidad es bidireccional y, con intervenciones adecuadas, puede revertirse. El ejercicio es probablemente el “medicamento” que logra revertirla; como mínimo, ralentizará la acumulación de déficits funcionales.

Las intervenciones de ejercicio dirigidas a revertir el fenotipo de fragilidad tienen un impacto funcional positivo en adultos mayores frágiles. Existe una sólida evidencia de que el ejercicio mejora la función cardiorrespiratoria y muscular, la participación en actividades físicas y la independencia funcional de los adultos mayores frágiles (Bray et al., 2016).

3.4 SALUD MENTAL

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) establece que la salud mental “es un estado de bienestar que permite a las personas hacer frente a los momentos de destreza de la vida, desarrollar todas sus habilidades, aprender y trabajar adecuadamente e integrarse en su entorno” (Organización Mundial de la Salud, 2019). Por lo tanto, se dice

que la salud mental tiene un valor intrínseco y fundamental, que forma parte de nuestro bienestar general. Sin embargo, hay una serie de factores individuales, familiares y sociales, que repercuten ya sea positiva o negativamente a la salud mental. Esta exposición a las circunstancias adversas, como por ejemplo, violencia, discapacidades y desigualdades, pueden desencadenar problemas en la salud mental. Las afecciones negativas en la salud se comprenden en trastornos mentales y discapacidades psicosociales. En 2019, la OMS declaró que 970 millones de personas padecían un trastorno mental, principalmente ansiedad y depresión. Estas afecciones aumentan el riesgo de suicidio y violaciones a los derechos humanos (Organización Mundial de la Salud, 2019).

La población de adultos mayores ha tenido un aumento en la prevalencia de condiciones de salud mental, tales como, depresión, trastornos por consumo de sustancia y afecciones neurocognitivas; las cuales interfieren con la calidad de vida y envejecimiento saludable. Para esto se busca tener una atención integrada que promueva el bienestar y evitar resultados negativos en la calidad de vida. Algunas de las estrategias de prevención se basan en un compromiso social, realizar ejercicio físico, mitigar otros riesgos y participación en psicoterapia.

3.4.1 INDEPENDENCIA

Los adultos mayores están más expuestos a problemas físicos y mentales que suelen afectar a su independencia funcional, los cuales interfieren en su calidad de vida, bienestar y capacidad de realizar sus actividades diarias que les permiten mantenerse independientes. La salud física se centra en la capacidad o participación social activa, cuando esta se ve afectada disminuye el rendimiento en las actividades diarias, menor participación social, menor apoyo social y emocional, que conlleva a un mayor riesgo de aislamiento. Estos factores son importantes determinantes y predictores de la pérdida de la independencia funcional en los adultos mayores, un buen manejo de estos determinantes mejoraría la autovalencia de la persona. Se buscó cuales son los determinantes psicosociales que más afectan la independencia funcional entre la población adulta mayor, donde resultó que la depresión es el determinante más importante en la dependencia funcional (Goodarzi et al., 2024).

La inactividad física y el sedentarismo son uno de los principales factores en la pérdida y deterioro de la función muscular que afectan la independencia de la persona mayor, por eso los programas de ejercicio físico son intervenciones eficaces para combatir los efectos negativos.

3.5 ENTRENAMIENTO EN PERSONAS MAYORES

Actualmente se estima que la población de personas mayores de 65 años aumentará de 46,2 millones a aproximadamente 98 millones para el año 2060 por lo que se tiene como finalidad asegurar que la población adulta mayor envejezca de manera saludable, para que así desempeñen un papel activo en la sociedad (Eckstrom et al., 2020). El envejecimiento saludable es el proceso de fomentar y mantener la capacidad funcional que permite el bienestar en la vejez. La capacidad funcional consiste en tener los atributos que permiten a todas las personas ser y hacer lo que para ellas es importante (Organización Mundial de la Salud, 2019).

La actividad física regular es un componente trascendental para fomentar el envejecimiento saludable, mitigando la fragilidad, el riesgo de caídas, dolor, sarcopenia, osteoporosis y deterioro cognitivo, contribuyendo así a la preservación de la función y a la disminución de la morbilidad prematura (Eckstrom et al., 2020). Los programas de ejercicio físico multicomponente, y particularmente el entrenamiento de la fuerza, constituyen las intervenciones más eficaces para retrasar la discapacidad y otros eventos adversos. Además, ha demostrado ser de utilidad en otros dominios como la depresión (Izquierdo et al., 2021). La evidencia respalda que el entrenamiento en personas mayores no solo contribuye a la mejora de parámetros físicos (Eckstrom et al., 2020), sino también en aspectos psicosociales (Izquierdo et al., 2021), por lo tanto, la implementación de programas de ejercicio físico multicomponente en entornos comunitarios es fundamental para promover un envejecimiento saludable, independiente y con mejor calidad de vida.

La instrucción por parte de prestadores de servicio de salud puede contribuir a la creación del hábito de realizar actividad física, pero también es importante considerar la realización de ejercicio físico basada en la comunidad (Eckstrom et al., 2020). Existen programas de ejercicios basados en la comunidad guiados por profesionales como el que se menciona a continuación.

3.6 PROGRAMA VIVIFRAIL®

El proyecto VIVIFRAIL® es un programa de ejercicio físico reconocido internacionalmente y promovido en la Unión Europea. Este programa está diseñado especialmente para personas de 70 años o más, y su principal objetivo es prevenir la fragilidad y reducir el riesgo de caídas, a través de ejercicios físicos con un enfoque sistemático y personalizado.

En un ensayo controlado aleatorizado multicéntrico realizado en tres hospitales terciarios en España, demostró que el programa VIVIFRAIL® tiene beneficios significativos en personas mayores de 75 años con deterioro cognitivo, al mejorar sustancialmente la capacidad funcional tras tres meses de intervención (Casas-Herrero et al., 2022). Además, se observaron efectos positivos en la capacidad funcional (fuerza muscular, equilibrio y movilidad), función cognitiva y estado emocional. Estos resultados respaldan la eficacia del programa como una estrategia segura y efectiva para mantener la independencia en las actividades básicas de la vida diaria y promover un envejecimiento activo en las personas mayores.

En la guía del programa VIVIFRAIL® se encontrarán una serie de ejercicios que dependiendo del nivel de capacidad funcional del adulto mayor (limitación grave, moderado y leve) determinado a partir la puntuación en el SPPB y velocidad de la marcha. En función de esta evaluación, se establece una rueda que incluye ejercicios para trabajar: fuerza, potencia, equilibrio, flexibilidad y resistencia. Existen varios tipos de pasaporte que pueden realizarse, y su categoría varía según el propósito de su uso y el perfil del solicitante clasificándose en 4 categorías (Tipo A, Tipo B y B+, Tipo C y C+). Además, el programa ofrece recomendaciones prácticas para los profesionales de la salud sobre cómo implementar y personalizar en diferentes entornos.

Dentro del marco de implementación de este protocolo, existen pruebas sólidas que respaldan que la inclusión de programas de ejercicios personalizados es probablemente el mejor método para mejorar las características de la fragilidad, incluida la capacidad funcional, la función muscular y el estado de salud, que se basa en la promoción del ejercicio en la población mayor a través de programas individualizados diseñados para prescribir ejercicio físico adaptado a sus necesidades (Casas-Herrero et al., 2022).

Integrando los hallazgos de investigaciones previas desarrolladas dentro de la misma línea de investigación, podemos concluir que conociendo cada uno de los beneficios que se obtienen a través del ejercicio físico, es importante y necesario que se promueva la realización de programas de ejercicios multicomponentes en personas mayores para un envejecimiento activo y saludable (Carroza y col., 2023).

Ya que ha demostrado ser eficaz para mejorar la capacidad funcional de personas mayores frágiles y pre-frágiles, mejorar los valores de la sarcopenia y mantener un buen estado de ánimo en dichos individuos, además de generar mejoras sobre fuerza, la cual se puede correlacionar con mejoras en parámetros redox y antropométricos según ciertas investigaciones (Pacheco y col., 2024).

Los datos utilizados en este estudio fueron previamente recolectados por otros investigadores durante la implementación del protocolo VIVIFRAIL® en las cohortes de los años 2023, 2024 y 2025. A partir de esta base de datos, el presente estudio se centra en realizar un análisis estadístico que permita evaluar los efectos del programa en adultos mayores. En primer lugar, se describieron las características antropométricas, funcionales, ecográficas y REDOX de los participantes, con el objetivo de conocer el perfil general de la muestra. Posteriormente, se compararon estas variables entre las distintas cohortes, buscando identificar diferencias significativas según el año de intervención. Finalmente, se exploraron posibles correlaciones entre las distintas variables evaluadas, con el fin de comprender cómo se relacionan entre sí los aspectos físicos, funcionales y de parámetros redox, y de qué manera podrían estar asociados al impacto del programa VIVIFRAIL®.

Del mismo modo, estos resultados podrían servir como base para futuras investigaciones que busquen visibilizar las necesidades, desafíos y potencialidades de las personas mayores, promoviendo así el desarrollo de estrategias más inclusivas y efectivas en el ámbito de la salud pública y la atención geriátrica.

4. METODOLOGÍA

4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los efectos del protocolo de ejercicio físico VIVIFRAIL® en variables funcionales, antropométricas, ecográficas y estrés oxidativo en adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso?

4.2 HIPÓTESIS

La implementación del protocolo VIVIFRAIL® genera mejoras significativas en los parámetros funcionales, antropométricos, ecográficos y de estrés oxidativo en adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso.

4.3 ANÁLISIS DE VIABILIDAD

El proyecto se considera viable, ya que en los últimos tres años se ha implementado el protocolo de ejercicio VIVIFRAIL®, gracias a una asociación entre la Universidad de Valparaíso y GERÓPOLIS, el cual es un centro interdisciplinario que se enfoca en el desarrollo del adulto mayor. Esta alianza ha permitido reunir una cantidad significativa de datos, permitiendo así analizar los efectos de su aplicación. En cuanto a los recursos de este proyecto, no presenta mayores costos económicos asociados dado a su enfoque principalmente de análisis estadístico.

4.4 OBJETIVOS

4.4.1 OBJETIVO GENERAL. Analizar los efectos del protocolo VIVIFRAIL® en variables funcionales, antropométricas, ecográficas y redox de los adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso.

4.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- **Describir** las características funcionales, antropométricas, ecográficas y redox de los adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso.
- **Comparar** las variables funcionales, antropométricas, ecográficas y redox de los adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso pre y post ejecución del protocolo VIVIFRAIL® de cada cohorte.
- **Evaluar** las diferencias en variables funcionales, antropométricas, ecográficas y redox entre las cohortes de los adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso pre y post ejecución del protocolo VIVIFRAIL®.
- **Correlacionar** las variables funcionales, antropométricas, ecográficas y redox dentro de cada cohorte de adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso pre y post ejecución del protocolo VIVIFRAIL®.

4.5 TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO

4.5.1 TIPO DE ESTUDIO. Descriptivo correlacional.

4.5.2 DISEÑO DE ESTUDIO. Longitudinal. Esto se justifica en la evaluación de las variables en dos tiempos distintos, y que además se busca encontrar correlaciones entre las variables de interés en ambos tiempos de mediciones aplicados a las 3 cohortes.

4.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.6.1 POBLACIÓN. Adultos mayores pertenecientes a la Ciudad de Valparaíso que tengan entre 70 a 85 años. Se trabaja con este rango etario, ya que se acerca a una representación de la población de adultos mayores en Chile, quienes son de nuestro interés.

4.6.2 MUESTRA. Corresponde a la totalidad de participantes voluntarios en los años 2023, 2024 y 2025, los cuales cumplieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

4.6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
<ul style="list-style-type: none"> -Rango etario entre 60-85 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 neuromusculo-esquelético 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 cardíacas. -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.

4.7 VARIABLES

Como parámetros antropométricos se medirán el grosor en musculatura periférica, la infiltración de grasa en fibras musculares y la grasa visceral, además de evaluar parámetros funcionales mediante test de actividad física, test de riesgo de caídas y fuerza de prensión manual, junto con indicadores de estrés oxidativo.

VARIABLES	TIPO	DEFINICIÓN	MEDICIÓN
Edad	Cuantitativa discreta	Es el lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia.	Cuestionario google forms (propuesto por los investigadores)
Sexo	Dicotómica	Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres.	Cuestionario google forms (propuesto por los investigadores)
Talla	Cuantitativa continua	Medida de la estatura corporal, expresada en cm o metros.	Estadiómetro
Peso	Cuantitativa continua	Masa de cada sujeto medida en kilogramos.	Báscula
Índice de masa corporal (IMC)	Cuantitativa continua	Índice de masa corporal.	IMC = peso (kg) / estatura (m ²)
Thickness	Cuantitativa continua	Medida de grosor muscular y de su tejido graso subcutáneo.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Eco-intensidad (calidad muscular)	Cuantitativa continua	Promedio de intensidad de píxeles de un histograma en escala de grises.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Fuerza de prensión manual (HGS)	Cuantitativa continua	Fuerza muscular voluntaria máxima.	Dinamómetro JAMAR

Capacidad física	Cuantitativa discreta	Es la suma de cualidades y habilidades que permiten a una persona realizar actividades.	Cuestionario internacional de actividad física (IPAQ)
Test sentarse y levantarse de la silla	Cuantitativa continua	Prueba funcional para valorar fuerza y resistencia en extremidades inferiores, evaluando capacidad del individuo para levantarse de una silla y volver a sentarse repetidamente en un período de tiempo específico de 30 segundos.	Senior Fitness Test (SFT)
Curls de bíceps	Cuantitativa continua	Evaluación de fuerza de extremidades superiores. El individuo se sienta en una silla y, con una mancuerna en la mano, realiza flexiones y extensiones de codo repetidas veces durante 30 segundos.	Senior Fitness Test (SFT)
Test de marcha en 2 minutos (MWD2)	Cuantitativa continua	Evalúa la capacidad aeróbica de una persona al medir la distancia máxima que puede caminar en 2 minutos.	Senior Fitness Test (SFT)
Flexibilidad extremidades superiores	Cuantitativa continua	Evalúa la flexibilidad de hombros y movilidad de cintura escapular. El individuo intenta tocarse las manos detrás de la espalda, con una mano extendida hacia arriba y la otra hacia abajo. Se mide la distancia entre los dedos de ambas manos.	Senior Fitness Test (SFT)
Flexibilidad extremidades inferiores	Cuantitativa continua	Evalúa la flexibilidad de la zona lumbar y los isquiotibiales. El individuo se sienta en el suelo con las	Senior Fitness Test (SFT)

		piernas extendidas y, sin flexionar las rodillas, intenta alcanzar la punta de los pies con las manos. La distancia alcanzada se mide con una cinta métrica.	
Test de equilibrio	Cuantitativa discreta	Prueba funcional para evaluar capacidad del individuo para mantener el equilibrio en tres posiciones diferentes: pies juntos, semitándem y tándem, durante 10 segundos cada una.	Guía de prescripción Vivifrail®
Sit to Stand 5 repeticiones (STS-5)	Cuantitativa continua	Prueba funcional que mide la fuerza y potencia de las extremidades inferiores, cronometrando el tiempo que una persona tarda en levantarse y sentarse 5 veces consecutivas desde una silla sin usar los brazos	Guía de prescripción Vivifrail®
Potencia media relativa STS-5 (PMR STS-5)	Cuantitativa continua	Indicador de la fuerza y velocidad del tren inferior, que expresa la potencia generada al levantarse de la silla cinco veces, ajustada al peso corporal del individuo (W/kg).	$P_{media} = \Delta W / \Delta t$
Potencia media STS-5 (PM STS-5)	Cuantitativa continua	Fuerza promedio que generan las piernas al levantarse y sentarse cinco veces desde una silla, reflejando la capacidad funcional y fuerza del tren inferior.	$P_{media} = W / t$
Velocidad media STS-5 (VM STS-5)	Cuantitativa continua	Rapidez promedio con la que se realiza cada levantamiento de la silla durante las cinco	$V_m = d / t$

		repeticiones, reflejando la capacidad funcional y potencia del tren inferior.	
Test de velocidad de marcha en 4 metros (VM4)	Cuantitativa continua	Prueba de esfuerzo funcional que mide el tiempo total que una persona se demora en recorrer una distancia de 4 metros.	Guía de prescripción Vivifrail®
Test de velocidad de marcha en 6 metros (VM6)	Cuantitativa continua	Prueba de esfuerzo funcional que mide el tiempo total que una persona se demora en recorrer una distancia de 6 metros.	Guía de prescripción Vivifrail®
Test de marcha en 6 minutos (6MWD)	Cuantitativa continua	Prueba de esfuerzo funcional que mide la distancia total que una persona puede recorrer en un intervalo de 6 minutos.	Guía de prescripción Vivifrail®
Time up and go (TUG)	Cuantitativa continua	Evaluación funcional utilizada para medir el tiempo que una persona tarda en levantarse de una silla, caminar una distancia corta (3 m), girar y regresar a la silla.	Guía de prescripción Vivifrail®
Caídas recientes	Dicotómica	Se pregunta al individuo si ha tenido 2 o más caídas en el último año o 1 caída que haya precisado atención médica.	Guía de prescripción Vivifrail®
Deterioro cognitivo	Dicotómica	Se pregunta al individuo si ha sido diagnosticado de deterioro cognitivo.	Guía de prescripción Vivifrail®
Short Physical Performance Battery (SPPB)	Cuantitativa continua	Es una batería de pruebas que evalúa la función física en adultos mayores mediante tres	Guía de prescripción Vivifrail®

		componentes: equilibrio, velocidad de marcha y test de levantarse de la silla.	
Indicadores de estrés oxidativo	Cuantitativa continua	Parámetros REDOX que revela desequilibrios entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) y la capacidad del organismo para contrarrestarlas con antioxidantes.	Análisis de laboratorio en muestra de sangre
Malondialdehído (MDA)	Cuantitativa continua	Producto final de la peroxidación lipídica, usado como indicador de daño oxidativo en las membranas celulares.	Análisis de laboratorio en muestra de sangre
Catalasa (CAT)	Cuantitativa continua	Enzima antioxidante que descompone el peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) en agua y oxígeno, evitando el daño celular causado por los radicales libres.	Análisis de laboratorio en muestra de sangre
Superóxido Dismutasa (SOD)	Cuantitativa continua	Enzima que convierte el radical superóxido (O ₂ ⁻) en peróxido de hidrógeno y oxígeno, actuando como una primera línea de defensa antioxidante en las células.	Análisis de laboratorio en muestra de sangre
Velocidad de marcha habitual (UGS)	Cuantitativa continua	Es la velocidad promedio a la que una persona camina de manera habitual o cómoda sobre una distancia corta (generalmente 4 a 6 metros). Se utiliza como indicador de la capacidad funcional, movilidad y estado de salud general en adultos mayores.	Velocidad= distancia/tiempo (m/s)

Velocidad de marcha rápida (FGS)	Cuantitativa continua	Es la velocidad máxima a la que una persona puede caminar con seguridad en una distancia corta (habitualmente 4 o 6 metros). Evalúa la capacidad física y la potencia funcional del individuo, siendo un indicador sensible de rendimiento motor y riesgo de fragilidad en adultos mayores.	Velocidad= distancia/tiempo (m/s)
Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1)	Cuantitativa continua	Cantidad de aire que una persona puede exhalar con fuerza en el primer segundo de una espiración máxima, siendo un indicador de la función pulmonar y del flujo aéreo.	Espirometría
Capacidad Vital Forzada (CVF)	Cuantitativa continua	Volumen máximo de aire que una persona puede exhalar con fuerza después de una inspiración máxima, utilizado para evaluar la función pulmonar y la capacidad respiratoria.	Espirometría
Presión Inspiratoria Máxima (PIM)	Cuantitativa continua	Fuerza máxima que pueden generar los músculos inspiratorios al inhalar contra una obstrucción resistente, utilizada para evaluar la capacidad respiratoria y la fuerza muscular inspiratoria.	Manómetro de presión inspiratoria
Tejido adiposo muslo relajado	Cuantitativa continua	Grasa subcutánea del muslo en reposo, que actúa como reserva energética, aislante térmico y protección, variando según sexo y composición corporal.	Ecógrafo SONUS DUO-LC

Tejido adiposo muslo contraído	Cuantitativa continua	Grasa subcutánea medida durante la contracción muscular, donde el músculo comprime la capa grasa. Se usa para evaluar cambios en composición corporal y tono muscular.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor del recto femoral relajado	Cuantitativa continua	Medición del espesor muscular en reposo, usada para evaluar la masa y el estado muscular.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor del recto femoral contraído	Cuantitativa continua	Medida del espesor del músculo recto femoral durante la contracción, que refleja su actividad y fuerza muscular.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor vasto intermedio relajado	Cuantitativa continua	Medición del espesor del músculo vasto intermedio en reposo, utilizada para evaluar la masa muscular y el estado funcional del cuádriceps.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor vasto intermedio contraído	Cuantitativa continua	Medición del espesor del músculo vasto intermedio durante la contracción, que refleja su actividad y capacidad de generación de fuerza.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Tejido adiposo de abdomen superficial	Cuantitativa continua	Corresponde a la grasa subcutánea ubicada bajo la piel del abdomen, que actúa como reserva energética y aislante térmico, y su cantidad varía según la composición corporal y el estado nutricional de la persona.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Tejido adiposo de abdomen profundo	Cuantitativa continua	Es la grasa situada debajo del tejido muscular del abdomen, también llamada grasa visceral. Rodea	Ecógrafo SONUS DUO-LC

		<p>órganos internos y se asocia con el metabolismo energético y un mayor riesgo cardiovascular y metabólico cuando está en exceso.</p>	
<p>Tejido adiposo de abdomen preperitoneal</p>	<p>Cuantitativa continua</p>	<p>Capa de grasa ubicada entre la pared muscular abdominal y el peritoneo, considerada parte del tejido adiposo visceral. Su medición permite evaluar el riesgo metabólico y cardiovascular, ya que un exceso en esta zona se relaciona con acumulación de grasa interna.</p>	<p>Ecógrafo SONUS DUO-LC</p>
<p>Tejido adiposo de abdomen peritoneal</p>	<p>Cuantitativa continua</p>	<p>Grasa localizada dentro de la cavidad peritoneal, que rodea los órganos internos. Forma parte del tejido adiposo visceral y su exceso se asocia con mayor riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares.</p>	<p>Ecógrafo SONUS DUO-LC</p>
<p>Tejido adiposo de abdomen perirrenal derecho</p>	<p>Cuantitativa continua</p>	<p>Grasa que rodea el riñón derecho, ubicada dentro de la cápsula adiposa perirrenal. Cumple funciones de protección mecánica, soporte y aislamiento térmico del órgano, y su exceso se asocia con alteraciones metabólicas y renales.</p>	<p>Ecógrafo SONUS DUO-LC</p>
<p>Tejido adiposo de abdomen perirrenal izquierdo</p>	<p>Cuantitativa continua</p>	<p>Grasa que rodea el riñón izquierdo, dentro de la cápsula adiposa perirrenal. Actúa como amortiguador y aislante térmico,</p>	<p>Ecógrafo SONUS DUO-LC</p>

		protegiendo al riñón y participando en el equilibrio metabólico y energético del organismo.	
Circunferencia cadera	Cuantitativa continua	Medida antropométrica que se obtiene rodeando la cinta métrica alrededor de la parte más amplia de las caderas y glúteos. Se utiliza para evaluar la distribución de grasa corporal, calcular índices como el ICC (índice cintura-cadera) y estimar riesgos cardiometabólicos asociados a adiposidad periférica.	Cinta métrica
Circunferencia pantorrilla	Cuantitativa continua	Medida antropométrica que se toma en la parte más prominente de la pantorrilla, generalmente en el punto de mayor diámetro del músculo gastrocnemio. Se utiliza para evaluar masa muscular periférica, estado nutricional y riesgo de fragilidad.	Cinta métrica
Distancia rodilla	Cuantitativa continua	Medida antropométrica que se obtiene midiendo la distancia entre la superficie plantar del pie y la parte anterior del muslo a nivel de la rodilla, mientras la rodilla está flexionada a 90°.	Cinta métrica
Grosor diafragmático	Cuantitativa continua	Medida del espesor del músculo diafragma, que permite valorar su masa muscular, su función y posibles signos de debilidad o atrofia.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Excursión diafragmática	Cuantitativa continua	Medida del desplazamiento que realiza el diafragma	Ecógrafo SONUS DUO-LC

		durante la respiración, evaluando cuanto se mueve hacia superior e inferior al inspirar y espirar.	
Grosor de flexores superficiales de antebrazo relajado	Cuantitativa continua	Medición del espesor del grupo muscular flexor del antebrazo cuando el músculo está en reposo, sin realizar fuerza ni contracción. Se usa para evaluar masa muscular y características del tejido en estado basal.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor de flexores superficiales de antebrazo contraído	Cuantitativa continua	Medición del espesor del grupo muscular flexor del antebrazo mientras el músculo está activado o generando tensión. Permite analizar cambios con la contracción, tono y función muscular.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor de flexores profundos de antebrazo relajado	Cuantitativa continua	Medición del espesor del grupo muscular flexor profundo del antebrazo cuando el músculo está en reposo, sin activación ni tensión.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor de flexores profundos de antebrazo contraído	Cuantitativa continua	Medición del espesor del grupo muscular flexor profundo del antebrazo mientras el músculo está activado o realizando contracción.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor tibial anterior relajado	Cuantitativa continua	Medición del espesor del músculo tibial anterior cuando está en reposo, sin contracción.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Grosor tibial anterior contraído	Cuantitativa continua	Medición del espesor del músculo tibial anterior mientras está activado o realizando contracción.	Ecógrafo SONUS DUO-LC

Ángulo de penación tibial anterior relajado	Cuantitativa continua	Medición del ángulo que forman las fibras musculares del tibial anterior con el tendón cuando el musculo está en reposo.	Ecógrafo SONUS DUO-LC
Ángulo de penación tibial anterior contraído	Cuantitativa continua	Medición del ángulo que forman las fibras musculares del tibial anterior con el tendón cuando el musculo está activado o realizando contracción.	Ecógrafo SONUS DUO-LC

4.8 INSTRUMENTOS Y MATERIALES

4.8.1 DINANOMETRÍA. 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), 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).

4.8.2 ULTRASONOGRAFÍA. 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).

4.8.3 CUESTIONARIO IPAQ. dicho cuestionario evalúa tres características específicas de actividad, intensidad (leve, moderada o vigorosa), frecuencia (medida en días por semana) y duración (tiempo por día). La actividad de intensidad moderada se considera como aquella que produce un incremento moderado en la respiración, frecuencia cardíaca y sudoración por lo menos durante 10 minutos continuos, mientras que la actividad vigorosa se define como la que produce un incremento mayor de las mismas variables, durante 10 min o más (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007).

4.9 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS

4.9.1 PROCESAMIENTO DE DATOS. Se utilizará el software estadístico R versión 4.2.2, con interfaz Rstudio y se definirán las variables dicotómicas como factor y las variables cuantitativas como numéricas. Se cuantificarán los datos perdidos y se identificarán cuáles variables poseen mayor cantidad de estos. También se realizará un Análisis Exploratorio de Datos (AED) previo al análisis estadístico, incluyendo estadística descriptiva y gráficos.

4.9.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO. Se utilizarán medidas de posición y dispersión sobre las variables cuantitativas y frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas. Se evaluará la normalidad de las variables de estudio mediante el test Shapiro-Wilk. Si las variables distribuyen normal se utilizará test de comparación de medidas Test T para muestras pareadas y en las variables que no distribuyen normal se utilizara el Test Wilcoxon Mann-Whitney para muestras pareadas. Se define el nivel de significancia estadística en 5%. También se evaluarán las correlaciones entre las variables por medio del Test de correlación de Pearson y se visualizara mediante correlogramas.

Además, se categorizarán variables cuantitativas, como el IMC y la edad con el fin de comparar entre grupos si existen diferencias entre ellos con respecto a las variables de interés. Los puntos de corte se definirán mediante criterio experto. En el caso de que exista distribución normal de las variables se realizará un modelo ANCOVA para evaluar el efecto de la variable categórica y controlar la covarianza. Se buscará controlar por edad y sexo. En el caso contrario se utilizarán los test de comparación de medias para muestras pareadas nombrados anteriormente.

4.10 PROCEDIMIENTOS

4.10.1 APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO VIVIFRAIL®. Se realizarán evaluaciones funcionales acorde a las directrices propuestas por el programa de ejercicio físico VIVIFRAIL®, donde las variables medidas fueron: nivel de funcionalidad mediante escalas o test validadas a nivel internacional en idioma español, tales como: SPPB (batería corta de desempeño físico), donde se evaluó a través de un Test de equilibrio las pruebas de un pie al lado del otro, posición semi tándem, posición tándem, Test de velocidad de marcha en 4 metros, 5R STS (test pararse y sentarse de la silla de 5 repeticiones). A su vez, también se pesquisarán antecedentes para evaluar riesgo de caídas, los que contemplan las caídas recientes, el resultado de los tests time up and go y test de marcha en 6 minutos. Dependiendo de los valores obtenidos después de la evaluación, se le asignará al sujeto un pasaporte sanitario, el cual determina la prescripción de ejercicio adecuado según sus capacidades funcionales (Izquierdo, 2017). Relacionado a lo anterior, el programa VIVIFRAIL® define 4 pasaportes sanitarios y 4 ruedas de ejercicios distintas, las cuales fueron aplicadas y se detallan en la tabla 3.

4.10.2 PASAPORTE SANITARIO.

TIPO DE PASAPORTE	RUEDA DE EJERCICIOS
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.	<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)
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.	<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)

	<ul style="list-style-type: none"> -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 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para resguardar la confidencialidad de las identidades de los sujetos de evaluación, sus nombres fueron sustituidos por códigos alfanuméricos para anonimizar y proteger la vulnerabilidad de los datos de los participantes. Los datos se mantendrán en el disco duro de la investigadora a cargo, el cual posee acceso restringido.

5. RESULTADOS

Es importante señalar algunos hitos importantes del estudio, en el año 2023 la muestra incluyó solamente variables funcionales y antropométricas, sin incorporar mediciones ecográficas ni redox. En los años posteriores estas fueron añadidas, y en 2025 la investigación se amplió mediante la incorporación de más variables redox y respiratorias. Sin embargo, los datos redox pre y post intervención del presente año siguen en extrapolación.

5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Tabla 4. Descripción de mediciones funcionales y antropométricas, pre y post intervención del protocolo VIVIFRAIL® aplicado en el año 2023 (n=17). Los datos obtenidos se presentan en promedio (\bar{x}) \pm desviación estándar (SD), y se comparan las medias mediante test de Mann-Whitney.

Variables	Pre		Post		Test de Mann-Whitney
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
Sexo	15 mujeres; 2 hombres				
Edad	73,82	±3,28	73,82	±3,28	
Antropométricas					
Peso	74,69	±12,71	74,48	±12,13	0,99
IMC	30,47	±4,66	30,31	±4,34	0,88
Funcionales					
V4M	5,91	±1,56	4,17	±0,99	<0,001***
V6M	6,8	±1,63	5,12	±1,24	<0,01**
5STS	14,12	±3,63	9,78	±2,73	<0,01**
TUG	10,82	±2,47	7,92	±1,7	<0,001***
SPPB	1,59	±0,62	1,24	±0,44	0,074
SFT					
FUERZA EEII	13,24	±3,99	17,06	±4,29	<0,05*
FUERZA EESS	14,71	±4,07	19,06	±3,88	<0,01**
2 MIN MARCHA	61,71	±18,5	79,47	±22,13	<0,05*
FLEX EEII	4,71	±11,21	2,18	±7,67	0,089
FLEX EESS	-23,71	±22,28	-12,35	±18,68	0,12

Índice de masa corporal (IMC), velocidad de marcha en 4 metros (V4M), velocidad de marcha en 6 metros (V6M), Five Repetition Sit To Stand Test (5STS), Time Up Go (TUG), Short Physical Performance Battery (SPPB), Senior Fitness Test (SFT), extremidades inferiores (EEII), extremidades superiores (EESS), flexibilidad (FLEX).

En la **tabla 4** se observa que, en las variables antropométricas, tanto en el peso como la talla no se encontraron cambios significativos. En cambio, en las variables funcionales se evidenciaron mejoras significativas posteriores a la intervención expuestas a continuación. Se observó una reducción de la VM4 ($p < 0,001$), en VM6 ($p < 0,01$), también el tiempo en 5STS ($p < 0,01$) y en TUG ($p < 0,001$). Respecto a los resultados obtenidos en SPPB mostraron una tendencia a la mejoría, pero no significativa ($p = 0,074$) sin embargo, estos resultados no fueron considerados en el análisis final de la investigación debido a errores en la toma de datos durante el año 2023. En cuanto a las variables de Senior Fitness Test, se observó una mejoría en la fuerza muscular de EEII ($p < 0,05$) y de EESS ($p < 0,01$), también una mejoría en la distancia recorrida en test de marcha de 2 minutos ($p < 0,05$). Las variables de FLEX EESS ($p = 0,12$) y EEII ($p = 0,089$) evidenciaron mejoría, pero no estadísticamente significativa.

Tabla 5. Descripción de mediciones funcionales, antropométricas, ecográficas y redox pre y post intervención del protocolo VIVIFRAIL® aplicado en el año 2024 (n = 27). Los datos obtenidos se presentan en promedio (\bar{x}) \pm desviación estándar (SD), y se comparan las medias mediante el test de Mann-Whitney.

Variables	Pre		Post		Test de Mann-Whitney
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	
Sexo	22 mujeres; 5 hombres				
Edad	72,74	± 6	72,93	$\pm 5,96$	0,03*
Antropométricas					
Peso	68,4	$\pm 13,67$	68,17	$\pm 13,51$	0,57
IMC	27,79	$\pm 4,65$	27,68	$\pm 4,54$	0,52
Funcionales					
HGS	20	$\pm 5,02$	22,19	$\pm 5,63$	<0,001***
UGS	1,23	$\pm 0,2$	1,28	$\pm 0,25$	0,18
FGS	1,76	$\pm 0,36$	1,84	$\pm 0,24$	0,05
V4M	1,21	$\pm 0,22$	1,19	$\pm 0,15$	0,29
V6M	1,39	$\pm 0,24$	1,42	$\pm 0,23$	0,8
5STS	8,06	$\pm 1,52$	6,32	$\pm 1,41$	<0,001***
TUG	7,82	$\pm 1,13$	6,91	$\pm 0,9$	<0,001***
6MWD	464,56	$\pm 55,43$	495,11	$\pm 66,55$	<0,001***
MQI (INDICE DE CALIDAD MUSCULAR)	316,2	$\pm 74,49$	403,74	$\pm 94,52$	<0,001***
PMR (POTENCIA MEDIA RELATIVA)	3,64	$\pm 0,72$	4,68	$\pm 0,97$	<0,001***
PM (POTENCIA MEDIA)	249,2	$\pm 71,94$	318,16	$\pm 90,94$	<0,001***
VM 5STS	0,41	$\pm 0,08$	0,53	$\pm 0,11$	<0,001***
SPPB	11,59	$\pm 0,79$	11,89	$\pm 0,42$	0,03*
Ecográficas					
GSMR (GRASA SUB MUSLO RELAX)	10,39	$\pm 4,06$	10,4	$\pm 4,05$	0,91
RAR (RECTO ANTERIOR RELAX)	9,95	$\pm 2,27$	9,85	$\pm 2,85$	0,79
VIR (VASTO INTERMEDIO RELADO)	9,69	$\pm 3,07$	9,53	$\pm 3,01$	0,62
GSMC (GRASAS SUB MUSCLO CONTR)	9,64	$\pm 3,76$	9,69	$\pm 3,81$	0,95
RAC (RECTO ANT CONTR)	13,81	$\pm 3,19$	14,55	$\pm 3,34$	0,38
VIC (VAST INT CONTR)	7,94	$\pm 2,79$	7,36	$\pm 2,66$	0,12
ASS (ADB SUB SUPERF)	7,59	$\pm 2,59$	7,99	$\pm 3,29$	0,13
ASP (ABD SUB PROF)	8,46	$\pm 3,15$	7,84	$\pm 3,54$	0,12
APO (ABD PREOMENTAL)	5,47	$\pm 3,15$	6,36	$\pm 3,43$	0,56
AO (ABD OMENTAL)	39,79	$\pm 21,87$	49,16	$\pm 28,21$	<0,01**

PRD (PERI RENAL D)	12,8	±5,17	12,45	±5,24	0,76
PRI (PERI RENAL I)	10,96	±4,24	10,1	±3,87	0,27
Laboratorio					
MDA	0,24	±0,19	0,04	±0,07	<0,001***
CAT	0,0008	±0,0002	0,001	±0,0002	<0,001***
SOD	0,0006	±0,0002	0,001	±0,000005	<0,001***

Índice de masa corporal (IMC), Handgrip Strength (HGS), Usual Gait Speed (UGS), Fast Gait Speed (FGS), velocidad de marcha en 4 metros (VM4), velocidad de marcha en 6 metros (V6M) 6 Minute Walk Distance (6MWD), 5 Sit To Stand to Sit (5STS), Time Up and Go (TUG), Senior Fitness Test (SFT), Morphological Quality Index (MQI), Potencia Media Relativa (PMR), Potencia Media (PM), Velocidad Media 5 Sit to Stand to Sit (VM 5STS), Short Physical Performance Battery (SPPB), Grasa Sub Muslo Relajado (GSMR), Recto Anterior Relajado (RAR), Vasto Intermedio Relajado (VIR), Grasa Sub Muslo contraído (GSMC), Recto Anterior Contraído (RAC), Vasto Intermedio Contraído (VIC), Abdomen Sub Superficial (ASS), Abdomen Subprofundo (ASP), Abdomen Preomental (APO), Abdomen Omental (AO), Perirenal Izquierdo (PRI), Perirenal Derecho (PRD), Malondialdehído (MDA), Catalasa (CAT), Superóxido dismutasa (SOD).

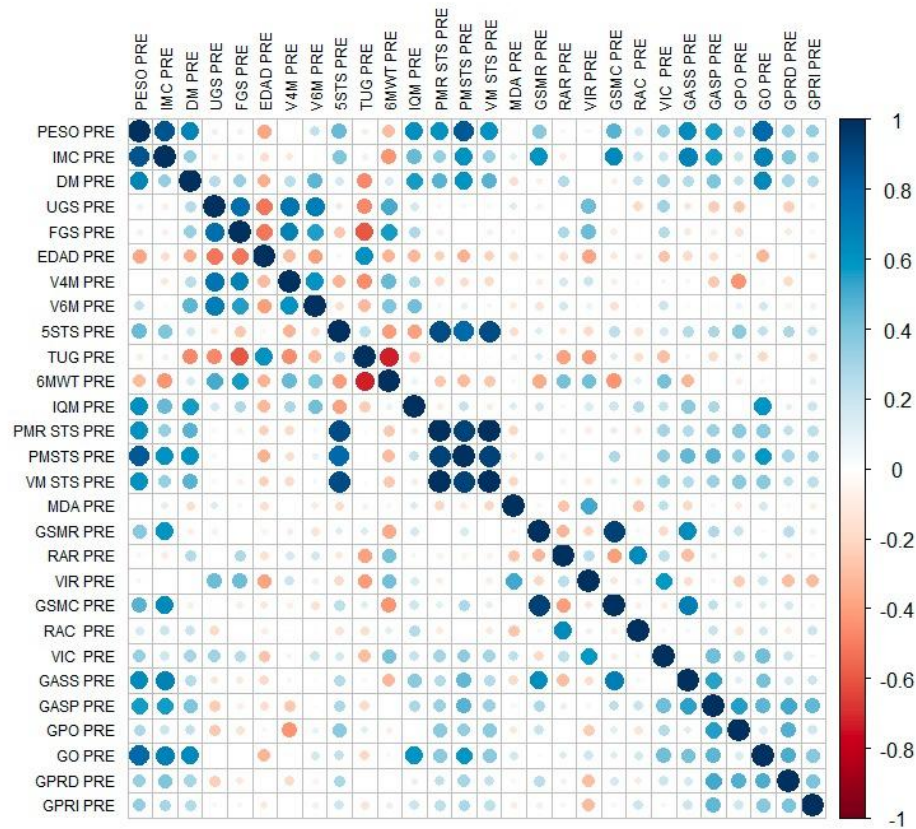
En la **tabla 5**, no se observaron cambios significativos en las variables antropométricas tras la intervención. El peso corporal se mantuvo estable ($p = 0,57$), al igual que el IMC ($p = 0,52$), lo que sugiere que la intervención no altero significativamente la composición corporal global de los participantes.

Respecto a las variables funcionales que evidenciaron mejoras significativas en varias de ellas, observándose un aumento en la fuerza voluntaria máxima HGS ($p < 0,001$) de musculatura flexora de muñeca y dedos de extremidad superior, una disminución en el tiempo de 5STS ($p < 0,001$) y en el tiempo de TUG ($p < 0,001$). También se registró un incremento en la distancia recorrida en 6MWD ($p < 0,001$), en la calidad muscular MQI ($p < 0,001$), en la potencia media relativa PMR ($p < 0,001$), en la potencia media PM ($p < 0,001$), en velocidad media de 5STS ($p < 0,001$) y en el desempeño físico medido por el SPPB ($P < 0,03$). En cambio, la velocidad de marcha en 4M ($p = 0,29$) y en 6M ($p = 0,8$), así como la velocidad de marcha habitual UGS $p = 0,18$ y rápida FGS ($p < 0,05$), no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

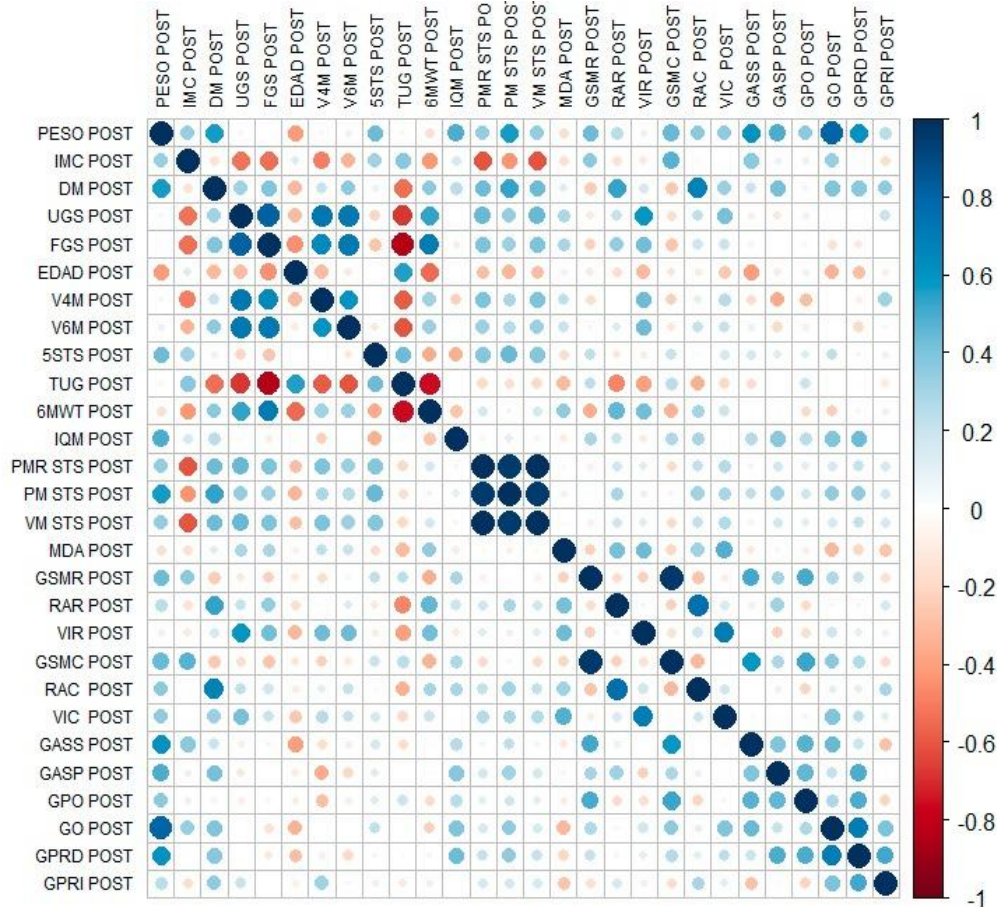
La mayoría de los parámetros ecográficos no experimentaron cambios significativos post intervención. Sin embargo, se observó un aumento significativo en el grosor del AO ($p < 0,001$). Este hallazgo aislado requiere mayor investigación para determinar su relevancia clínica en el contexto de la intervención.

En las variables de laboratorio se evidencio una mejora significativa en el estado redox de los participantes, disminuyendo el MDA ($p < 0,001$) y aumentando CAT ($p < 0,001$) y SOD ($p < 0,001$).

Correlogramas 2024. Correlación en mediciones funcionales, antropométricas, y ecográficas, pre y post intervención del protocolo VIVIFRAIL® aplicado en el año 2024. Los datos fueron obtenidos, a través de, la correlación de Pearson.



En el correlograma PRE intervención visto anteriormente, las variables antropométricas como el peso e IMC muestran correlaciones débiles con el desempeño funcional. Mientras que en las variables funcionales (TUG) (6MTW) (UGS) (FGS) (5STS) (V4M) (V6M) muestran correlaciones moderadas a altas entre sí. El (TUG) muestra altas correlaciones negativas con variables de velocidad y potencia. En cuanto a (IQM), (PMR/PM) y (PM) muestran correlaciones positivas entre ellas. En cambio, HGS no aparece entre las variables visibles. En las variables ecográficas (GSMR), (GSMC), (RAR), (VIR) presentan correlaciones bajas a moderadas entre si, pero las variables (GSMR) y (GSMC) tienden a correlacionarse de forma negativa con la función física y la potencia.



En el correlograma POST intervención visto anteriormente, el peso e IMC mantienen correlaciones bajas, sin mayores influencias en el rendimiento funcional tras la intervención. En las variables funcionales las correlaciones entre (TUG), (UGS), (5STS), (6MWT) y (V4M/V6M), se vuelven más claras. La calidad muscular y la potencia se correlacionan más directamente en el rendimiento funcional. En la parte ecográfica, (GSMR) y (GSMC) muestran correlaciones más definidas con variables funcionales y con (IQM).

Tabla 6. Descripción de mediciones antropométricas, funcionales, ecográficas y respiratorias pre y post intervención del protocolo VIVIFRAIL® aplicado en el año 2025 (n=41). Los datos obtenidos se presentan en promedio (\bar{x}), desviación estándar (SD), y se comparan las medias mediante test de Mann-Whitney.

2025					
Variables	Pre		Post		Test de Mann-Whitney
	Sexo	34 mujeres; 7 hombres			
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	

Edad	70,21	5,5	70,21	5,5	
Antropométricas					
Peso	73,6	13,4	74	13,31	0,56
IMC	29,4	4,77	29,55	4,82	0,71
Funcionales					
MMAE	14,97	3,21	15,12	2,08	0,48
IMMAE	5,96	0,94	6,03	0,63	0,4
Ecográficas					
GSMR (GRASA SUB MUSLO RELAX)	11,2	4,73	11,6	5,48	0,14
RAR (RECTO ANTERIOR RELAJADO)	8,89	1,99	9,57	2,69	0,11
VIR (VASTO INTERMEDIO RELAJADO)	9,93	2,16	10,05	2,57	0,49
GSMC (GRASAS SUB MUSCLO CONTR)	10,12	4,28	10,53	5,16	0,79
RAC (RECTO ANT CONTR)	12,5	3,02	14,52	3,51	<0,001***
VIC (VAST INT CONTR)	7,73	2,46	7,53	2,27	0,48
ASS (ADB SUB SUPERF)	10,9	3,66	10,71	3,73	0,47
ASP (ABD SUB PROF)	10,5	3,43	10,89	3,63	0,46
APP (ABD PREPERITONEAL)	5,96	3,05	8,02	5,51	0,16
AP (ABD PERITONEAL)	53,45	19,8	57,88	35,7	0,89
PRD (PERI RENAL D)	25,5	8,4	27,96	9,34	0,12
PRI (PERI RENAL I)	19,1	7,8	19,38	8,39	0,92
GROSOR DIAFRAGMATICO INS	5,44	1,48	5,36	1,19	0,84
GROSOR DIAFRAGMATICO ESP	3,24	0,81	3,22	0,89	0,79
EXCURSIÓN DIAFRAGMATICA	50,96	14,1	39,1	11	<0,001***
ANTEBRAZO RELAJADO FSR	16,9	3,02	19,18	3,25	<0,01**
ANTEBRAZO RELAJADO FPR	14,4	2,5	13,1	3,07	<0,05*
ANTEBRAZO CONTRAIDO FSC	18,9	2,91	19,61	3,38	0,16
ANTEBRAZO CONTRAIDO FPC	15,8	2,6	15,1	3,01	0,17
PIERNA ANT TAR	25,44	2,6	24,49	2,86	<0,05*
PIERNA ANT TAC	27,6	3,4	27,16	2,88	0,09
PIERNA ANT TA°R	14,73	4,2	14,42	3,62	0,91
PIERNA ANT TA°C	18,62	4,54	20,15	4,44	0,07
PIERNA POSTERIOR GMR	17,3	2,4	16,37	2,14	<0,05*
PIERNA POSTERIOR GLR	14,8	2,21	14,67	2,31	0,49
PIERNA POSTERIOR GMC	16,75	1,9	16,58	2,18	0,67
PIERNA POSTERIOR GLC	16,24	2,91	17,17	2,77	<0,05*
PIERNA POSTERIOR LFGMR	35,31	5	35,68	5,92	0,7
PIERNA POSTERIOR GM°R	25,61	4,5	23,67	4,18	<0,01**

PIERNA POSTERIOR LFGMC	25,03	4,7	24,87	3,7	0,56
PIERNA POSTERIOR GM°C	38	7	37,04	6,03	0,51
Respiratorias					
VEF1	2,25	0,55	2,23	0,62	1
CVF	2,9	0,7	2,88	0,69	0,74
PIM	75,09	26,24	85,09	23,12	0,15

Índice de masa corporal (IMC), Masa Muscular Apendicular Esquelética (MMAE), Índice de masa Muscular Apendicular Esquelética (IMMAE) Grasa Sub Muslo Relajado (GSMR), Recto Anterior Relajado (RAR), Vasto Intermedio Relajado (VIR), Grasa Sub Muslo Contraído (GSMC), Recto Anterior Contraído (RAC), Vasto Intermedio Contraído (VIC), Abdomen Sub Superficial (ASS), Abdomen Subprofundo (ASP), Abdomen Preperitoneal (APP) Abdomen Peritoneal (AP), Perirenal Derecho (PRD), Perirenal Izquierdo (PRI), Grosor diafragmático Inspiración (INS), Grosor diafragmático Espiración (ESP), Flexores Superficiales Relajado (FSR), Flexores Profundos Relajado (FPR), Flexores Superficiales Contraído (FSC), Flexores Profundos Contraído (FPC), Tibial Anterior Relajado (TAR), Tibial Anterior Contraído (TAC), Ángulo de penación Tibial Anterior Contraído (TA°C), Ángulo de penación Tibial Anterior Relajado (TA°R), Gastrocnemio Medial Relajado (GMR), Gastrocnemio Lateral Relajado (GLR), Gastrocnemio Medial Contraído (GMC), Gastrocnemio Lateral Contraído (GLC), Largo de Fibra Gastrocnemio Medial Relajado (LFGMR), Ángulo de penación Gastrocnemio Medial relajado (GM°R), Largo de fibra Gastrocnemio Medial Contraído (LFGMC), Ángulo de penación Gastrocnemio Medial Contraído (GM°C), Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1), Capacidad Vital Forzada (CVF), Presión Inspiratoria Máxima (PIM).

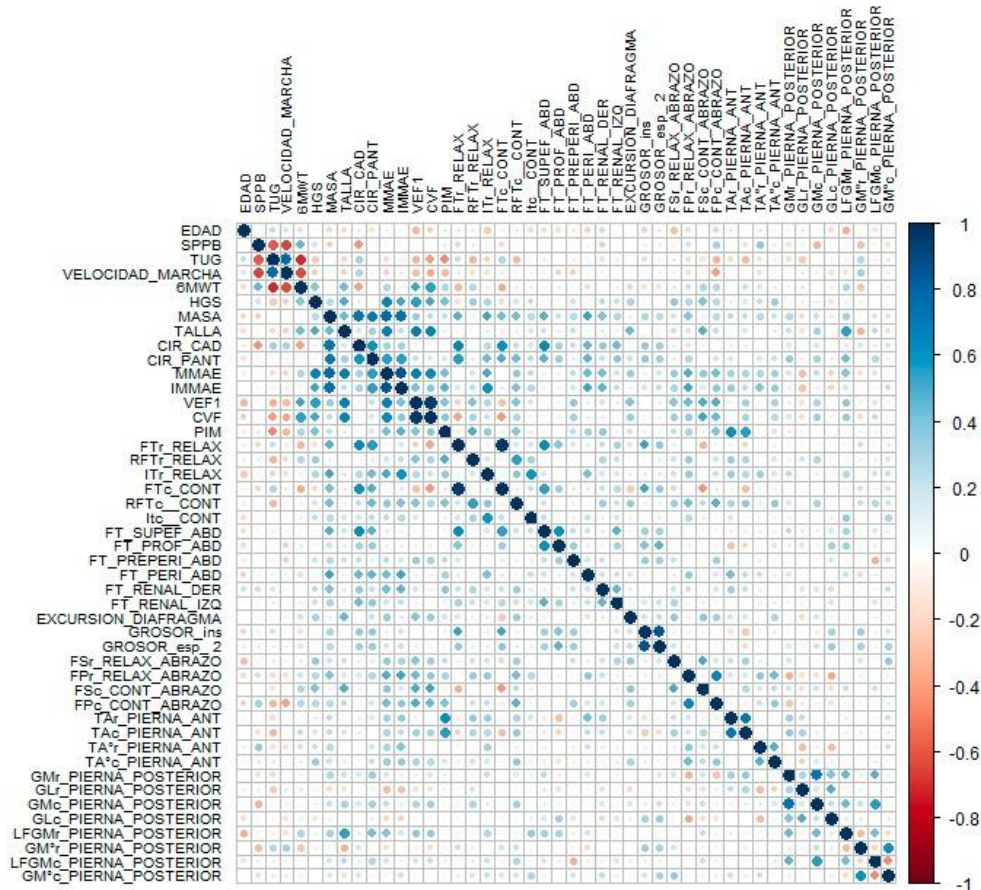
En la **tabla 6** no se observaron cambios significativos en las variables antropométricas tras la intervención. El peso corporal se mantuvo estable ($p = 0,56$), al igual que el IMC ($p = 0,71$), lo que sugiere que la intervención no altero significativamente la composición corporal global de los participantes.

En relación con las variables funcionales, MMAE e IMMAE se evidenciaron mejoras, pero no estadísticamente significativas.

Respecto a las variables ecográficas la mayoría de los parámetros no experimentaron cambios significativos post intervención. Sin embargo, se evidencio un aumento significativo en el grosor del RAC ($p < 0,001$), FSR de antebrazo ($p < 0,01$) y GLC en pierna posterior ($p < 0,05$). En contraste se observó una disminución significativa del grosor de FPR de antebrazo ($p < 0,05$), TAR en pierna anterior ($p < 0,05$) y GMR en pierna posterior ($p < 0,05$), además de una disminución de la excursión diafragmática ($p < 0,001$).

Finalmente, en las variables respiratorias, el VEF1 ($p=1$) y CVF ($p=74$) mostraron una disminución no significativa, mientras que la PIM ($p=0,74$) presento un aumento que igualmente no es estadísticamente significativo.

Correlograma 2025. Correlación en mediciones funcionales, antropométricas, ecográficas y respiratorias, pre y post intervención del protocolo VIVIFRAIL® aplicado en el año 2025. Los datos fueron obtenidos, a través de, la correlación de Pearson.



En el correlograma PRE intervención visto anteriormente, las variables antropométricas forman un bloque con correlaciones altas entre sí, pero baja correlación con funciones físicas y fuerza. En cuanto a lo funcional, se observan correlaciones moderadas a altas, además hay correlaciones positivas entre el (SPPB) con velocidad de marcha (VM) (6MWT) (HGS), por otro lado, hay correlaciones negativas entre (TUG) con velocidad de marcha (VM) (6MWT) (HGS). En las variables respiratorias se observaron correlaciones significativas con variables ecográficas.

5.2 ANÁLISIS COMPARATIVO

En el presente análisis se resalta la comparación de las variables coincidentes entre las tres cohortes estudiadas. La cohorte 2023 fue considerada únicamente en el análisis de las variables funcionales y antropométricas que coincidían con las evaluadas en los años

2024 y 2025. Por su parte, la cohorte 2024 fue incluida en la comparación de variables antropométricas, funcionales y ecográficas coincidentes con el año 2025. Finalmente, la cohorte 2025 continúa en proceso de recolección de datos redox.

Tabla 7. Comparación entre variables antropométricas, funcionales y ecográficas pre-intervención del protocolo VIVIFRAIL® aplicado entre los años 2023-2024, 2024-2025, 2023-2025 (n=84). Los datos obtenidos se compararon mediante test de Mann-Whitney.

Variables pre intervención			
Variables	2023-2024	2024-2025	2023-2025
Edad			
Antropométricas			
Peso	0,138	0,201	0,612
IMC	0,061	0,243	0,194
Funcionales			
HGS		0,26	
UGS			
FGS			
V4M	<0,001***		
V6M	<0,001***	<0,001***	0,002**
5STS	<0,001***		
TUG	<0,001***	0,004**	<0,001***
6MWD		0,331	
MQI (INDICE DE CALIDAD MUSCULAR)			
PMR (POTENCIA MEDIA RELATIVA)			
PM (POTENCIA MEDIA)			
VM 5STS			
SPPB	<0,001***	<0,001***	
Ecográficas			
GSMR (GRASA SUB MUSLO RELAJADO)		0,551	
RAR (RECTO ANTERIOR RELAJADO)		0,031	
VIR (VASTO INTERMEDIO RELADO)		0,463	
GSMC (GRASAS SUB MUSCLO CONTR)		0,693	
RAC (RECTO ANT CONTR)		0,078	
VIC (VAST INT CONTR)		0,754	
ASS (ADB SUB SUPERFICIAL)		<0,001***	
ASP (ABD SUB PROF)		0,006 **	

APO (ABD PREOMENTAL)			
AO (ABD OMENTAL)			
PRD (PERI RENAL D)		<0,001***	
PRI (PERI RENAL I)		<0,001***	

Índice de masa corporal (IMC), Handgrip Strength (HGS), Usual Gait Speed (UGS), Fast Gait Speed (FGS), Velocidad de Marcha en 4 metros (VM4), Velocidad de Marcha en 6 metros (V6M), 5 Sit to Stand to Sit (5STS), Time Up and Go (TUG), Short 6 minute Walk Distance (6MWD), Morphological Quality Index (MQI), Potencia Media Relativa (PMR), Potencia Media (PM) Velocidad Media 5 Sit to Stand to Sit (VM 5STS) Physical Performance Battery (SPPB), Grasa Sub Muslo Relajado (GSMR), Recto Anterior Relajado (RAR), Vasto Intermedio Relajado (VIR), Grasa Sub Muslo Contraído (GSMC), Recto Anterior Contraído (RAC), Vasto Intermedio Contraído (VIC), Abdomen Sub Superficial (ASS), Abdomen Subprofundo (ASP), Abdomen Preomental (APO), Abdomen Omental (AO), Perirenal Derecho (PRD), Perirenal Izquierdo (PRI).

En la comparación de las variables pre-intervención entre las distintas cohortes (2023–2024, 2024–2025 y 2023–2025), se observan diferencias significativas en variables funcionales y ecográficas, mientras que las variables antropométricas no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tanto el peso corporal como el IMC presentaron diferencias en los periodos comparados, pero no estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Esto indica que las características básicas de composición corporal son relativamente estables entre los grupos evaluados.

Dentro de las variables funcionales en las cohortes 2023–2024, 2024–2025 y 2023-2025 las pruebas V6M ($p < 0,001$) y TUG ($p = 0,004$) presentaron diferencias estadísticamente significativas. Por otro lado, SPPB ($p < 0,001$) mostro diferencias significativas en las cohortes de 2023-2024 y 2024-2025. Asimismo, el 5STS ($p < 0,001$) y V4M($p < 0,001$) también mostro diferencias significativas, pero solo entre las cohortes 2023-2025. Esto sugiere que la capacidad funcional difiere significativamente entre las cohortes analizadas. En contraste la fuerza de presión manual HGS ($p = 0,26$) demostró diferencias, pero no significativamente.

Cabe mencionar que los datos que corresponden a la cohorte 2023 presentan sospechas de registro incorrecto de datos, por ello no se consideraran en el análisis final de la investigación.

Finalmente, en las variables ecográficas en la cohorte 2024-2025, la mayoría presento diferencias significativas, excepto algunas medidas específicas de tejido adiposo abdominal, particularmente en ASS ($p < 0,001$), ASP($p = 0,006$), PRD($p < 0,001$) y PRI ($p < 0,001$), lo cual sugiere una diferencia significativa en la distribución de grasa abdominal profunda. Por otro lado, el resto de las variables ecográficas, como GSMF, RAR, VIR, GSMC, RAC, VIC, y AO, no mostraron cambios significativos ($p > 0,05$).

Tabla 8. Comparación entre variables antropométricas, funcionales y ecográficas post-intervención del protocolo VIVIFRAIL® aplicado entre los años 2023-2024, 2024-2025, 2023-2025 (n=84). Los datos obtenidos se compararon mediante test de Mann-Whitney.

Variables post intervención			
Variables	2023-2024	2024-2025	2023-2025
Edad			
Antropométricas			
Peso	0,174	0,17	
IMC	0,089	<0,05*	
Funcionales			
HGS			
UGS			
FGS			
V4M	<0,001***		
V6M	<0,001***		
5STS	<0,001***		
TUG	0,059		
6MWD			
MQI (INDICE DE CALIDAD MUSCULAR)			
PMR (POTENCIA MEDIA RELATIVA)			
PM (POTENCIA MEDIA)			
VM 5STS			
SPPB	<0,001***		
Ecográficas			
GSMR (GRASA SUB MUSLO RELAX)		<0,001***	
RAR (RECTO ANTERIOR RELAJADO)		<0,001***	
VIR (VASTO INTERMEDIO RELADO)		<0,001***	
GSMC (GRASAS SUB MUSLO CONTR)		<0,001***	
RAC (RECTO ANT CONTR)		<0,001***	
VIC (VAST INT CONTR)		<0,001***	
ASS (ADB SUB SUPERF)		<0,001***	
ASP (ABD SUB PROF)		<0,001***	
APO (ABD PREOMENTAL)			
AO (ABD OMENTAL)			
PRD (PERI RENAL D)		<0,001***	
PRI (PERI RENAL I)		<0,001***	

Índice de masa corporal (IMC), Handgrip Strength (HGS), Usual Gait Speed (UGS), Fast Gait Speed (FGS), Velocidad de Marcha en 4 metros (VM4), Velocidad de Marcha en 6 metros (V6M), 5 Sit to Stand to Sit

(5STS), Time Up and Go (TUG), Short 6 minute Walk Distance (6MWD), Morphological Quality Index (MQI), Potencia Media Relativa (PMR), Potencia Media (PM) Velocidad Media 5 Sit to Stand to Sit (VM 5STS) Physical Performance Battery (SPPB), Grasa Sub Muslo Relajado (GSMR), Recto Anterior Relajado (RAR), Vasto Intermedio Relajado (VIR), Grasa Sub Muslo Contraído (GSMC), Recto Anterior Contraído (RAC), Vasto Intermedio Contraído (VIC), Abdomen Sub Superficial (ASS), Abdomen Subprofundo (ASP), Abdomen Preomental (APO), Abdomen Omental (AO), Perirenal Derecho (PRD), Perirenal Izquierdo (PRI).

En la comparación de las variables post-intervención entre las distintas cohortes (2023–2024, 2024–2025 y 2023–2025), se observan diferencias significativas en variables antropométricas, funcionales y ecográficas.

Respecto a las variables antropométricas, se evidencio un cambio significativo en el IMC entre 2024-2025 ($p < 0,05$), sin embargo, en el resto de las cohortes no se presentar cambios significativos al igual que en el peso, el cual no mostro diferencias en ninguno de los periodos ($p > 0,05$).

En relación con las variables funcionales, en la cohorte 2023-2024 se presentaron diferencias estadísticamente significativas en las pruebas V4M ($p < 0,001$), VM6 ($p < 0,001$) y 5STST ($p < 0,001$) y SPPB ($p < 0,001$), lo que indica que hay una diferencia significativa en el desempeño funcional de los grupos comparados. A su vez en la prueba TUG ($p = 0,059$ se presentaron diferencias, pero no estadísticamente significativas).

Cabe mencionar que los datos que corresponden a la cohorte 2023 presentan sospechas de registro incorrecto de datos, por ello no se consideraran en el análisis final de la investigación.

Finalmente, en las variables ecográficas en la cohorte 2024-2025, la mayoría presento diferencias significativas, particularmente en GSMR ($p < 0,001$), GSMC ($p < 0,001$), ASS ($p < 0,001$), ASP ($p < 0,001$), PRD ($p < 0,001$), PRI ($p < 0,001$), lo cual sugiere que hay diferencias significativas en la distribución de grasa abdominal profunda. Por otro lado, el resto de las variables ecográficas también presentaron diferencias significativas, RAR ($p < 0,001$), VIR ($p < 0,001$), RAC ($p < 0,001$), VIC ($p < 0,001$), lo cual indica que hay diferencias significativas en el grosor muscular.

6. DISCUSIÓN

Se identificó que en el año **2023** podría existir un registro incorrecto de datos. Esta sospecha surge debido a inconsistencias detectadas durante la revisión, especialmente al compararlas con mediciones de otros periodos en las que no se observan errores.

De esta manera, un hallazgo metodológico crucial de esta investigación, que trasciende los resultados numéricos, reside en la importancia de una toma de datos rigurosa y estandarizada. La experiencia con los datos del SPPB del año 2023, los cuales presentaron una tendencia a la mejora no significativa ($p = 0,074$) que resultaba

discordante con las mejoras significativas observadas en el resto de las pruebas funcionales (VM4, VM6, 5STS, TUG), puso de manifiesto la potencial influencia de inconsistencias en la toma de la prueba. Este hallazgo, destaca la importancia de una premisa fundamental en la investigación: la validez de cualquier conclusión está completamente ligada a la calidad y uniformidad de los datos primarios.

La literatura consultada respalda enfáticamente esta perspectiva. Para comenzar, la estandarización del protocolo se constituye como un elemento fundamental para garantizar la fiabilidad. Como demostraron los estudios en Colombia (Montes et al., 2013) y en pacientes en hemodiálisis (De Villar et al., 2018), una capacitación básica uniforme, el uso de instrucción de protocolos estandarizados y condiciones de aplicación consistentes (como realizar pruebas el mismo día de la semana y en idénticas condiciones fisiológicas) son requisitos indispensables para obtener mediciones reproducibles. La falta de consenso en los protocolos, como se ha reportado en revisiones de pruebas funcionales, conduce inevitablemente a resultados inapropiados y dificulta la comparación entre estudios (De Villar et al., 2018).

A su vez, el entrenamiento exhaustivo y estandarizado de los evaluadores es fundamental para mitigar la variabilidad. Silva et al. (2014), ilustra claramente cómo la participación de múltiples evaluadores, sin un protocolo de administración uniforme, puede aumentar la variabilidad de los procedimientos y afectar la fiabilidad. Por el contrario, cuando los evaluadores reciben la misma capacitación, como en el estudio de Bidaurrezaga-Letona et al. (2023), se puede alcanzar una fiabilidad inter – evaluador excelente, asegurando que diferentes personas apliquen e interpreten la prueba de la misma manera. Esto cobra especial importancia en estudios realizados a lo largo del tiempo o en distintos centros, ya que intervienen varios investigadores y se requiere aplicar los procedimientos de manera consistente.

A partir de la evidencia disponible, la decisión de excluir los datos del (SPPB) correspondientes al año 2023 del análisis final se sustenta en criterios de rigor metodológico. Esta decisión se extiende a la exclusión de la totalidad de los datos correspondientes al año 2023, esto, para mantener la coherencia metodológica del estudio. La discrepancia identificada sugiere que el error de medición o la falta de estandarización podrían haber enmascarado un efecto real o producido un resultado no representativo. La exclusión de estos datos permite salvaguardar la integridad del análisis y fortalecer la validez interna de las conclusiones respecto de la investigación. Esta experiencia refuerza la necesidad de implementar, en futuros estudios, sesiones de recalificación para los evaluadores y una supervisión más estricta durante la recolección de datos, asegurando así que la calidad de la evidencia generada sea acorde al rigor del diseño de la intervención.

En el año **2024**, las mejoras observadas en la fuerza (HGS), la potencia (PM, PMR) y el índice de calidad muscular (MQI) en nuestro estudio, en ausencia de cambios en la masa corporal o el (IMC), apuntan a adaptaciones cualitativas del tejido muscular más que a un crecimiento hipertrófico cuantitativo. Este fenómeno encuentra un sólido respaldo en la literatura, que describe un continuum de adaptaciones que van desde las moleculares hasta las neurológicas.

En una primera instancia, las mejoras en la calidad muscular pueden atribuirse a una mayor eficiencia metabólica y de síntesis proteica. El estudio de Villareal et al. (2011) demostró que un programa de ejercicio multicomponente en adultos mayores frágiles aumentaba la tasa fraccional de síntesis de proteínas musculares en reposo en aproximadamente un 50%, un cambio que precedió y medió las ganancias posteriores en masa muscular. Este hallazgo es crucial, ya que indica que la intervención mejoró fundamentalmente la “salud” metabólica del músculo, aumentando su capacidad de recambio y reparación. La mejora visible en el (MQI) en nuestra investigación podría ser, por tanto, un reflejo de este mismo fenómeno: una mejor calidad del tejido existente impulsada por una mayor tasa de síntesis proteica, incluso antes de que se manifieste una hipertrofia significativa. Paralelamente, las ganancias rápidas y sustanciales en potencia y rendimiento funcional, como la mejora en la velocidad del test de sentarse y levantarse (5STS), sugieren un fuerte componente de adaptación neuromuscular. Esto se alinea con los hallazgos de Losa – Reyna et al. (2019), que observaron aumentos del 47% en la potencia en apenas 6 semanas, ganancias atribuidas primariamente a mejoras en el reclutamiento neural y la coordinación. La congruencia de estos mecanismos (metabólicos y neuromuscular) explica robustamente como la intervención mejoró la calidad funcional del músculo esquelético sin alterar la composición corporal global.

En base a nuestro análisis, uno de los hallazgos más consistentes fue la mejora significativa en variables de fuerza (HGS), potencia (PM, PMR), movilidad (TUG, 5STS) y resistencia aeróbica (6MWD), en contraste a la estabilidad de las variables antropométricas (peso e IMC) y la mayoría de los parámetros ecográficos. La revisión de Tøien et al. (2024) enfatiza que el entrenamiento de fuerza pesada ($\geq 80\%$ de 1RM) en adultos mayores produce ganancias de fuerza máxima (1RM) que oscilan entre 0.5% y 8.5% por sesión, con mejoras paralelas en la tasa de desarrollo de fuerza y la potencia muscular. Tal como se mencionó anteriormente, estas ganancias se atribuyen en gran medida a adaptaciones neurales, especialmente en las fases iniciales del entrenamiento. Romare et al. (2024) proporcionan una explicación detallada, concluyendo que las adaptaciones neurales al entrenamiento de resistencia en personas mayores siguen un patrón “descendente” (top – down). Específicamente, se observa un aumento en el impulso neural eferente de la corteza motora, evidenciado por una reducción de la inhibición intracortical y aumento en la amplitud de onda, lo que se traduce en una mejor activación voluntaria de las unidades motoras. Esta mejora en la activación voluntaria se asocia directamente con aumentos en la fuerza máxima y la velocidad de marcha, incluso en ausencia de hipertrofia muscular significativa.

Nuestros resultados son coherentes con lo recién expuesto. Las mejoras en (HGS), velocidad del (5STS) y los índices de calidad muscular reflejan precisamente estas adaptaciones neurales. El hecho de que no se observaran cambios en la masa muscular ecográfica o el (IMC) sugiere que las ganancias funcionales se derivaron de una mejor coordinación y reclutamiento neuromuscular, más que de cambios estructurales macroscópicos.

Las mejoras en movilidad y rendimiento físico son altamente consistentes con las reportadas en la literatura sobre el programa VIVIFRAIL®. Sánchez - Sánchez et al. (2023) encontraron que la implementación del programa durante 12 semanas mejoró significativamente la locomoción, medida por el (SPPB), y la vitalidad, medida por la fuerza de agarre, en personas adultas con deterioro cognitivo. Similarmente, Mancera Alzate & Rodríguez Vélez (2024) reportaron mejoras estadísticamente significativas en el (SPPB), velocidad de marcha en 6 metros, (5STS) y el (TUG) en personas mayores institucionalizadas con sarcopenia, tras 4 semanas de VIVIFRAIL®.

Específicamente, la reducción en el tiempo del (TUG) y del (5STS) en el presente estudio es un indicador clave de mejora en la movilidad funcional y reducción del riesgo de caídas, lo que concuerda con los objetivos del VIVIFRAIL®. Ferrara et al. (2023) demostraron que las mejoras en el (SPPB) inducidas por un programa de ejercicios multicomponente (que incluye VIVIFRAIL®) se mantienen a los 6 meses, sugiriendo que los beneficios de nuestra investigación podrían ser sostenibles a largo plazo. Esto también se ve reflejado en nuestros resultados, en donde SPPB demostró que mejoras significativas.

La no significancia en las pruebas de (VM4) y (VM6) en algunas comparaciones encuentra un paralelo en el estudio de Lee et al. (2024), donde no se evidenciaron cambios significativos. Esto puede atribuirse al principio de especificidad del entrenamiento. Es posible que la intervención no incluyera suficientes estímulos específicos para mejorar la velocidad de marcha en distancias cortas, enfocándose más en la resistencia o la fuerza explosiva. La marcha es una tarea compleja que requiere adaptaciones coordinativas y neuromusculares específicas, que pueden no ser suficientemente estimuladas con un protocolo general.

En las variables ecográficas, se evidenció un aumento del grosor omental significativamente post intervención, sin embargo, este tipo de mediciones pueden estar sujetas a variaciones transitorias asociadas al contexto. En este sentido Cuatrecasas et al. (2020) revisa y demuestra correlación entre medidas ecográficas de grasa abdominal, validando la ecografía como método no invasivo para cuantificar cambios en grasa abdominal. Considerando lo anterior, Udriou et al., (2025) tuvo como objetivo evaluar los cambios a corto plazo en la composición corporal y los antropométricos durante las

vacaciones de invierno, evaluaron a 168 adultos entre índices diciembre y enero, realizando mediciones antropométricas estándar y un cuestionario de evaluación de la alimentación saludable para valorar hábitos alimentarios durante ese periodo de vacaciones, en base a eso se observaron aumentos significativos en el peso y grasa corporal. Por lo tanto, es importante tener en consideración que periodos de sobrealimentación puede causar alguna alteración en los resultados de medición del grosor omental dependiendo del tiempo, y se recomienda interpretar los hallazgos con cautela y señalarlo como consistente con un efecto agudo/temporal más que como un cambio crónico.

Es importante considerar que las mediciones fueron tomadas posterior a Fiestas Patrias (18 de septiembre), época en la cual los adultos mayores tienden a incrementar su consumo energético y reducir la actividad habitual, lo que favorece el acúmulo grasoso (Díaz-Zavala et al., 2017). Más allá de estos periodos puntuales, estudios recientes indican que los adultos mayores deben prestar especial atención tanto a la calidad como a la cantidad de la alimentación, ya que un patrón alimentario rico en alimentos ultra procesados y con exceso energético se asocia con mayor inflamación, adiposidad visceral y deterioro funcional. De hecho, evidencia actual señala que la adiposidad visceral en personas mayores se relaciona directamente con mayor estrés oxidativo, resistencia a la insulina y deterioro funcional (Cesari et al., 2021). Por lo tanto, esta cohorte podría tener un perfil metabólico basal distinto, lo cual podría influir en su respuesta al programa de ejercicio y en las futuras medidas redox.

El hallazgo de una mejora significativa en el estado redox, con disminución del MDA ($p < 0,001$) y aumento de CAT ($p < 0,001$) y SOD ($p < 0,001$), proporciona un mecanismo molecular que puede explicar parcialmente las mejoras funcionales observadas. El estudio de Limanaqi et al. (2024) ofrece evidencia directa sobre este aspecto. Ellos demostraron que 12 semanas del protocolo VIVIFRIL® redujeron marcadores de daño celular, como el ADN nuclear libre circulante, y regulaban positivamente la relación Bcl – 2/BAX, indicando una reducción de la apoptosis. Simultáneamente, observaron un aumento en la expresión de ARNm de mt - ND1 (biogénesis mitocondrial), junto con un aumento de citoquinas antiinflamatorias como IL – 10 y TGF- β .

Los hallazgos previos son altamente relevantes para nuestros resultados. La disminución del MDA, un marcador de peroxidación lipídica, indica una reducción del daño oxidativo a las membranas celulares. El aumento de CAT y SOD refleja una potenciación de las defensas antioxidantes endógenas. De forma colectiva, esto sugiere que la intervención actuó como un estrés hormético, induciendo adaptaciones beneficiosas que contrarrestan el estrés oxidativo asociado al envejecimiento y la fragilidad. El hecho de que Limanaqi et al. (2024) también reportaran una reducción de la inflamación (disminución de IL – 6 en la población frágil) respalda la idea de que el ejercicio multicomponente modula múltiples vías relacionadas con el envejecimiento celular.

Aunque nuestra investigación no evaluó la cognición directamente, la literatura revisada sugiere que la intervención podría tener beneficios cognitivos indirectos. Sánchez - Sánchez et al. (2023) y Soenarti et al. (2024) encontraron que el proyecto VIVIFRAIL mejora significativamente las puntuaciones en el MoCA en personas mayores con fragilidad cognitiva. Suzuki et al. (2019) demostraron que el ejercicio multicomponente mejora la memoria lógica y reduce la atrofia cortical en personas mayores con deterioro cognitivo leve amnésico. Dado que nuestras mejoras funcionales y redox están vinculadas a la salud cerebral, es plausible que los participantes de esta investigación también experimentaran beneficios cognitivos. Futuras investigaciones deberían incluir evaluaciones cognitivas para explorar este aspecto.

En cuanto a la correlación pre-intervención se observaron patrones de correlaciones más dispersos, en las variables funcionales hubo correlaciones moderadas, pero se destacó una correlación negativa en (TUG) con (6MWT), que luego post intervención aumentó por lo que, se sospecha que mientras menor sea el tiempo recorrido en (TUG), mayor será la distancia recorrida en (6MWT). Este cambio sugiere que el entrenamiento mejora la coherencia del sistema neuromuscular, facilitando que las mejoras en fuerza y calidad muscular se reflejen de manera más directa en el rendimiento funcional. Por otro lado, en las variables ecográficas post intervención se correlaciono mayor peso con una mayor grasa omental, probablemente porque no se controló el estado nutricional de cada participante durante la intervención.

Respecto a los datos de la cohorte **2025** todavía están en proceso de recolección, especialmente en las mediciones funcionales y redox, por lo que no es posible realizar un análisis descriptivo y comparativo completo.

En las variables funcionales (MMAE) y (IMMAE) presentaron mejoras, pero no estadísticamente significativa, es decir hubo un incremento global de masa muscular en las extremidades, pero no significativo, Sin embargo, en las variables ecográficas se evidencio un aumento del grosor de los músculos (RAC), (FSR) de antebrazo y (GLC), lo que podría ser el reflejo de adaptaciones, pero de forma regionalizada de los grupos musculares. Resultados similares se evidenciaron en el estudio de (Lee et al., 2025) en donde se observó una mejora positiva, aunque no significativa en el índice muscular esquelético y la masa muscular de las extremidades inferiores, lo que sugiere una posible atenuación de la pérdida de masa muscular relacionada al envejecimiento.

En nuestro estudio además se observó una disminución significativa del grosor de (FPR) de antebrazo (TAR) en pierna anterior y (GMR) en pierna posterior, además de una disminución de la excursión diafragmática. Estas variaciones podrían estar relacionadas

con adaptaciones regionales diferenciales o menor reclutamiento producto un estímulo insuficiente en ciertos grupos musculares durante la intervención, lo que puede atribuirse al principio de especificidad del entrenamiento. Es posible que la intervención no incluyera suficientes estímulos específicos para mejorar ciertos grupos musculares o que incluso la intensidad no fuera suficiente, para generar hipertrofia en esos grupos musculares. Para promover las ganancias de masa muscular en adultos mayores, puede requerirse un entrenamiento de resistencia más prolongado o de mayor intensidad (Lee et al., 2025). En el estudio de (Baek et al., 2024) informaron que el entrenamiento de resistencia en doble tarea generó mayores mejoras en la fuerza y en la función ejecutiva en comparación con protocolos tradicionales en adultos mayores frágiles, destacando su potencial para estimular de manera simultánea adaptaciones musculoesqueléticas y neurológicas.

Finalmente, en las variables respiratorias, el (VEF1) y (CVF) mostraron una disminución y por otro lado la (PIM) presento un aumento, pero ninguno estadísticamente significativo, es decir, el protocolo no genero cambios relevantes en la función pulmonar. Esto nuevamente podría estar relacionado con la especificidad, ya que dentro del protocolo no hay enfoque en el trabajo de la función respiratoria, no obstante, el leve aumento de la PIM podría relacionarse con adaptaciones neuromusculares. Como ya se mencionó en el análisis de año 2024, el entrenamiento de fuerza genera mejoras relevantes en la producción de fuerza máxima principalmente debido a adaptaciones neurales tempranas, antes que a cambios estructurales (Losa – Reyna et a. (2019). Considerando que la PIM depende de la activación voluntaria de la musculatura inspiratoria, el protocolo podría facilitar la activación neuromuscular, lo que explicaría el incremento de la PIM, pero aun así el estímulo es insuficiente para generar cambios estadísticamente significativos.

A pesar de que los datos redox del 2025 aún no están completos, basándonos en lo que se observó en 2024 donde hubo disminución de (MDA) y aumentos en (SOD) y (CAT), es razonable esperar que la intervención genere un patrón similar de adaptación antioxidante. Esto está en línea con estudios recientes que muestran que el ejercicio multicomponente es capaz de modular marcadores de estrés oxidativo incluso en adultos mayores con fragilidad inicial (Valdés-Badilla et al., 2023)

En cuanto al correlograma pre-intervención, si bien existe poca correlación entre las variables se destaca en la parte funcional correlaciones moderadas a altas entre sí, donde se observan que (TUG) y (VM) se correlacionan negativamente fuerte con (SPPB) y (6MTW) por lo que refiere que a mejor función hay menor tiempo. Por otro lado, en las variables respiratorias se observaron correlaciones significativas con variables ecográficas. Hay que mencionar que los datos post intervención siguen en extrapolación, por esta razón no se realizó el correlograma post intervención.

En primer lugar, al hacer la **comparación pre intervención** entre cohortes, 2024-2025 las variables antropométricas no mostraron diferencias significativas, lo que quiere decir que en los grupos no se encontraron diferencias en cuanto al peso y el IMC

En las variables funcionales sí se observan diferencias significativas al comparar datos pre-2024 con 2025, principalmente en pruebas como velocidad de marcha de 6 metros, TUG y SPPB. Este resultado es consistente con lo que se ha visto en estudios previos donde el desempeño físico basal varía según el nivel de movilidad habitual o la presencia de fragilidad (Pedersen & Saltin, 2015; Izquierdo et al., 2021). Además, estudios recientes han demostrado que pequeñas diferencias en movilidad basal pueden modificar la magnitud de respuesta a programas de ejercicio en adultos mayores (Tian et al., 2022).

Las variables ecográficas obtuvieron diferencias significativas en la grasa abdominal superficial, abdominal profunda y el tejido perirrenal derecho e izquierdo, lo que sugiere que hay diferencias en la adiposidad profunda entre las cohortes 2024-2025. Esto sugiere que basalmente presentan diferencias en el grosor de adiposidad visceral. Como se mencionó anteriormente es de vital importancia prestar atención en la calidad y cantidad de alimentación, ya que una dieta con exceso energético se asocia mayor adiposidad visceral y esta con mayor riesgo de estrés oxidativo, resistencia a la insulina y deterioro funcional (Cesari et al., 2021).

En la **comparación post intervención**, respecto a las variables antropométricas de 2024-2025, se presentaron diferencias significativas el peso, pero no significativamente, sin embargo, en el IMC si se presentaron diferencias significativas, lo que podría estar relacionado “principio de valores iniciales”, donde los sujetos con menor condición física presentan mayores ganancias relativas (Lee et al., 2024). Las diferencias en el IMC podrían estar vinculadas a variaciones en la adaptación al entrenamiento según la condición física inicial, reflejada en la composición corporal, en donde también hay diferencias estadísticamente significativas, pues en las variables ecográficas se obtuvieron diferencias en significativas en GSMR, RAR, VIR, GSMC, RAC, VIC, ASS, ASP, PDR, PRI.

7. CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que la intervención de ejercicios multicomponente basada en el protocolo VIVIFRAIL® es eficaz, demostrado en la mejora significativa el rendimiento funcional y estado redox en personas mayores, incluso en ausencia de las modificaciones encontradas en la composición corporal. Las mejoras

significativas de la fuerza y potencia, sin cambios detectables en composición corporal antropométrica, se respaldan principalmente en las adaptaciones iniciales que ocurren predominantemente a nivel neural. A nivel molecular la reducción del daño oxidativo y aumento de las defensas antioxidantes sugiere que el ejercicio actuó como un estímulo en beneficio de la modulación de vías relacionadas al envejecimiento incluida la inflamación y biogénesis mitocondrial. Respecto a las mejoras discretas observadas en las variables como la velocidad de marcha o la flexibilidad, sugieren que dichas capacidades requieren estímulos de mayor especificidad para generar adaptaciones medibles. Debe considerarse que los cambios en los parámetros funcionales y redox observados, al estar relacionados con adaptaciones neurales tempranas y mecanismos neuroprotectores, podrían traducirse en mejoras cognitivas indirectas. Si bien la cognición no fue evaluada en este estudio, la evidencia indica que las intervenciones de ejercicio multicomponente basada en VIVIFRAIL® pueden mejorar el rendimiento cognitivo en personas mayores, por lo que se considera relevante explorar este aspecto en futuras investigaciones.

Finalmente, los hallazgos del estudio obtenidos respaldan nuestra hipótesis, ya que con la aplicación del protocolo VIVIFRAIL® se demostraron mejoras significativas en diversos parámetros funcionales y menor medida en variables antropométricas y ecográficas, considerando las particularidades temporales en las que se recolectaron las medidas y pudieron influir en estas últimas. De este modo, la evidencia compilada sugiere que la implementación del protocolo VIVIFRAIL® es una estrategia efectiva para promover adaptaciones beneficiosas en adultos mayores pertenecientes a la ciudad de Valparaíso.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Dziechciaż, M., & Filip, R. (2014). Biological psychological and social determinants of old age: Bio-psycho-social aspects of human aging. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 21(4), 835–838. <https://doi.org/10.5604/12321966.1129943>

2. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H, Aubertin-Leheudre M, Bernabei R, Cadore EL, Cesari M, Chen LK, de Souto Barreto P, Duque G, Ferrucci L, Fielding RA, García-Hermoso A, Gutiérrez-Robledo LM, Harridge SDR, Kirk B, Kritchevsky S, Landi F, Lazarus N, Martin FC, Marzetti E, Pahor M, Ramírez-Vélez R, Rodríguez-Mañas L, Rolland Y, Ruiz JG, Theou O, Villareal DT, Waters DL, Won Won C, Woo J, Vellas B, Fiatarone Singh M. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging*. 2021;25(7):824-853. doi: 10.1007/s12603-021-1665-8. PMID: 34409961.

3. Kang, H., & Kim, H. (2022). Ageism and Psychological Well-Being Among Older Adults: A Systematic Review. In *Gerontology and Geriatric Medicine* (Vol. 8). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/2333721422108702>

4. Estebsari, F., Dastoorpoor, M., Khalifehkandi, Z. R., Nouri, A., Mostafaei, D., Hosseini, M., Esmaeili, R., & Aghababaeian, H. (2019). The Concept of Successful Aging: A Review Article. *Current Aging Science*, 13(1), 4–10. <https://doi.org/10.2174/1874609812666191023130117>

5. Nascimento, C. M., Ingles, M., Salvador-Pascual, A., Cominetti, M. R., Gomez-Cabrera, M. C., & Viña, J. (2019). Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise. In *Free Radical Biology and Medicine* (Vol. 132, pp. 42–49). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.08.035>

6. Sayer, A. A., Cooper, R., Arai, H., Cawthon, P. M., Ntsama Essomba, M. J., Fielding, R. A., Grounds, M. D., Witham, M. D., & Cruz-Jentoft, A. J. (2024). Sarcopenia. *Nature Reviews Disease Primers*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00550-w>

7. Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine - Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25, 1–72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>

8. Boron, W. F., & Boulpaep, E. L. (2022). Boron y Boulpaep. Manual de fisiología médica. Elsevier Health Sciences.

9. Lozano García, M., & Castellanos Gutiérrez, R. (n.d.). *Artículo de Revisión Envejecimiento. Pasado presente y futuro Aging. Past present and future.* <http://revcimeq.sld.cu/index.php/img>
10. 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>
11. Hoda, S. A., & Hoda, R. S. (2020). Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease. *American Journal Of Clinical Pathology*, 154(6), 869. (pág. 66 - 67) <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqaa163>
12. Rodríguez-Leyva, I., Calderón-Garcidueñas, A. L., & Jiménez-Capdeville, M. E. (2015). Plegamiento anormal de proteínas y neurodegeneración. *DELETED*, 16(1), 51-72. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2015/rmn151f.pdf>
13. Aguilar-Gamas, C. F., Martínez-Abundis, E., Gómez-Crisóstomo, N. P., & De la Cruz-Hernández, E. N. (2023). Relevance of mitochondrial alterations in the neurodegenerative diseases, an update and discussion of evidence. *DELETED*, 24(4). <https://doi.org/10.24875/rmn.23000006>
14. Mohamed Yusoff, A. A., & Mohd Khair, S. Z. N. (2024). Unraveling mitochondrial dysfunction: comprehensive perspectives on its impact on neurodegenerative diseases. In *Reviews in the Neurosciences*. Walter de Gruyter GmbH. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2024-0080>
15. Crushirira Reina, O. R., Bastidas Rueda, G. D., Yépez Guachamín, P. E., Vilatuña Llumiquinga, K. A., Agualongo Cubi, P. A., Lema Sanango, G. M., Llerena Freire, L. F., Patricio Javier, P. M., & Montero Ortiz, F. A. (2019). Sarcopenia: aspectos clínico-terapéuticos. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 38(1), 72–76.
16. Méndez Romero, Y. del C., Valenzuela Gandarilla, J., Serralde Pantoja, L. M., Calvo Higuera, I., de la Cruz Castillo Pineda, J. C., Santa María, O. G., Juan Rojas Ramírez, C. B., Flores Solís, M. D., Maurer Pons, A., Hernández Aranda, J. C., Garcés Bustos, C.

L., Arenas Moya, D., Mendoza Hernández, A. N., Chirino Romo, J., Sánchez Medina, J. R., García Vargas, C., Romero Manrique, L. M., Serna Thomé, M. G., Fuchs Tarlovsky, V., & Galindo Mendoza, L. (2024). Sarcopenia. *Medicina Interna de Mexico*, 40, S1–S91.

17. Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. In *The Lancet* (Vol. 393, Issue 10191, pp. 2636–2646). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31138-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31138-9)

18. Clegg, A., Young, J., Iliffe, S., Rikkert, M. O., & Rockwood, K. (2013). Frailty in elderly people. *The Lancet*, 381(9868), 752–762. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62167-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62167-9)

19. Wiedmer, P., Jung, T., Castro, J. P., Pomatto, L. C. D., Sun, P. Y., Davies, K. J. A., & Grune, T. (2021). Sarcopenia – Molecular mechanisms and open questions. In *Ageing Research Reviews* (Vol. 65). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101200>

20. Cho, M., Lee, S., & Song, S. (2022). A Review of Sarcopenia Pathophysiology, Diagnosis, Treatment and Future Direction. *Journal Of Korean Medical Science*, 37(18). <https://doi.org/10.3346/jkms.2022.37.e146>

21. Kim, T. N., & Choi, K. M. (2013). Sarcopenia: Definition, Epidemiology, and Pathophysiology. *Journal Of Bone Metabolism*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.11005/jbm.2013.20.1.1>

22. Beatriz, M. E. (2021, 18 agosto). Traducción, adaptación y validación de la versión española del SarQoL: una escala de vida relacionada con la salud específica de sarcopenia. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/5621>

23. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412–23.

24. Kim, D. H., & Rockwood, K. (2024). Frailty in Older Adults. *New England Journal Of Medicine*, 391(6), 538-548. <https://doi.org/10.1056/nejmra2301292>
25. Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G., & McBurnie, M. A. (2001). Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *The Journals Of Gerontology Series A*, 56(3), M146-M157. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>
26. Xue, Q., Bandeen-Roche, K., Tian, J., Kasper, J. D., & Fried, L. P. (2020). Progression of Physical Frailty and the Risk of All-Cause Mortality: Is There a Point of No Return? *Journal Of The American Geriatrics Society*, 69(4), 908-915. <https://doi.org/10.1111/jgs.16976>
27. Gill, T. M., Gahbauer, E. A., Allore, H. G., & Han, L. (2006). Transitions between frailty States among Community-Living Older Persons. *Archives Of Internal Medicine*, 166(4), 418. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.4.418>
28. Allison, R., II, Assadzandi, S., & Adelman, M. (2021, 15 febrero). Frailty: Evaluation and Management. *AAFP*. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2021/0215/p219.html>
29. Bray, N. W., Smart, R. R., Jakobi, J. M., & Jones, G. R. (2016). Exercise prescription to reverse frailty. *Applied Physiology Nutrition And Metabolism*, 41(10), 1112-1116. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0226>
30. Organización Mundial de la Salud. (2019). *Salud mental*. https://www.who.int/es/health-topics/mental-health#tab=tab_2
31. Goodarzi, F., Khoshraves, S., Ayubi, E., Bashirian, S., & Barati, M. (2024). Psychosocial determinants of functional independence among older adults: A systematic review and meta-analysis. In *Health Promotion Perspectives* (Vol. 14, Issue 1, pp. 32–43). Tabriz University of Medical Sciences. <https://doi.org/10.34172/hpp.42354>

32. Eckstrom E, Neukam S, Kalin L, Wright J. Physical Activity and Healthy Aging. Clin Geriatr Med. 2020 Nov;36(4):671-683. doi: 10.1016/j.cger.2020.06.009. Epub 2020 Aug 19. PMID: 33010902.

33. Organización Mundial de la Salud. (2020). Década del Envejecimiento Saludable. <https://www.who.int/es/initiatives/decade-of-healthy-ageing>

34. Casas-Herrero, Á., Sáez de Asteasu, M. L., Antón-Rodrigo, I., Sánchez-Sánchez, J. L., Montero-Odasso, M., Marín-Epelde, I., Ramón-Espinoza, F., Zambom-Ferraresi, F., Petidier-Torregrosa, R., Elexpuru-Estomba, J., Álvarez-Bustos, A., Galbete, A., Martínez-Velilla, N., & Izquierdo, M. (2022). Effects of Vivifrail multicomponent intervention on functional capacity: a multicentre, randomized controlled trial. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 13(2), 884–893. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12925>

35. Carroza, B., Gallardo, S., Gutiérrez, D., y Paredes, M. (2023). Aplicación de un plan de intervención físico basado en el programa VIVIFRAIL®, para mejorar fuerza muscular, equilibrio, flexibilidad, resistencia y disminuir el riesgo de caídas en las personas mayores, pertenecientes a la ciudad de Valparaíso.

36. Pacheco, J., Soto, M., y 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?

37. Chen, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Chou, M. Y., Iijima, K., Jang, H. C., Kang, L., Kim, M., Kim, S., Kojima, T., Kuzuya, M., Lee, J. S. W., Lee, S. Y., Lee, W. J., Lee, Y., Liang, C. K., Lim, J. Y., Lim, W. S., Peng, L. N., ... Arai, H. (2020). Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. Journal of the American Medical Directors Association, 21(3), 300–307.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>

38. Nikodelis, T., Savvoulidis, S., Athanasakis, P., Chalitsios, C., & Loizidis, T. (2021). Comparative study of validity and reliability of two handgrip dynamometers: K-Force Grip and Jamar. Biomechanics (Basel, Switzerland), 1(1), 73–82. <https://doi.org/10.3390/biomechanics1010006>

39. Chianca, V., Albano, D., Messina, C., Gitto, S., Ruffo, G., Guarino, S., Del Grande, F., & Sconfienza, L. M. (2022). Sarcopenia: imaging assessment and clinical application. *Abdominal radiology (New York)*, 47(9), 3205–3216. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-03294-3>
40. 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>
41. Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer-Miralda, G., Quintana, J. M., Santed, R., Valderas, J. M., Ribera, A., Domingo-Salvany, A., & Alonso, J. (2005). El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos por los investigadores de la Red-IRYSS*. In *Gac Sanit* (Vol. 19, Issue 2). http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112005000200007&lng=es&tlng=es.
42. Toloza, S. M., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 10(1), 48-52. [https://doi.org/10.1016/s1138-6045\(07\)73665-1](https://doi.org/10.1016/s1138-6045(07)73665-1)
43. Izquierdo, M. (2017). *Programa multicomponente de ejercicio físico para la prevención de la fragilidad y el riesgo de caídas*. 2017. <https://vivifrail.com/wp-content/uploads/2019/11/VIVIFRAILESP-Interactivo.pdf>
44. Montes, J. F. G., Curcio, C. L., Alvarado, B., Zunzunegui, M. V., & Guralnik, J. (2013). *Validity and reliability of the Short Physical Performance Battery (SPPB): a pilot study*.
45. De Villar, L. O. P., Martínez-Olmos, F. J., Junqué-Jiménez, A., et al. (2018). Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the short physical performance battery, one-legged standing test and timed up and go test in patients undergoing

46. Silva, A. G., Queirós, A., Alvarelhão, J., & Rocha, N. P. (2014). Validity and reliability of the Portuguese version of the Rapid Assessment of Physical Activity questionnaire. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 21(10), 469–474. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2014.21.10.469>

47. Bidaurrezaga-Letona, I., Diz, J. C., Torres-Unda, J., et al. (2023). *Short Physical Performance Battery reliability and validity in adults with mild to moderate intellectual.*

48. Villareal, D. T., Smith, G. I., Sinacore, D. R., Shah, K., & Mittendorfer, B. (2010). *Regular multicomponent exercise increases physical fitness and muscle protein.*

49. Losa-Reyna, J., Baltasar-Fernández, I., Alcazar, J., et al. (2018). Effect of a short multicomponent exercise intervention focused on muscle power in frail and pre frail elderly: A pilot trial. *Experimental Gerontology*, 115, 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.11.022>

50. Tøien, T., Berg, O. K., Modena, R., Brobakken, M. F., & Wang, E. (2025). *Heavy strength training in older adults: Implications for health, disease and physical.*

51. Romare, M., Elcadi, G. H., Johansson, E., & Tsaklis, P. (2023). Relative neuroadaptive effect of resistance training along the descending neuroaxis in older adults. *Brain Sciences*, 13(4), 679. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040679>

52. Lee, F. R., Li, Y. J., Tang, C. Y., Lai, C. C., Tai, H. L., & Fu, S. K. (2025). Comparative analysis of functional adaptations to Vivifrail intervention between higher- and lower-fitness healthy older adults. *Life*, 15(7), 988. <https://doi.org/10.3390/life15070988>

53. Sánchez-Sánchez, J. L., De Souto Barreto, P., Antón-Rodrigo, I., et al. (2022). Effects of a 12-week Vivifrail exercise program on intrinsic capacity among frail cognitively impaired community-dwelling older adults: Secondary analysis of a multicentre randomised clinical trial. *Age and Ageing*, 51(12). <https://doi.org/10.1093/ageing/afac303>

54. Alzate, J. M. M., & Vélez, L. M. R. (2024). Vivifrail protocol as a method of muscle strengthening in frail older adults. *Nutrición Hospitalaria*, 41(3), 730–731. <https://doi.org/10.20960/nh.05193>

55. Ferrara, M. C., Pérez, L. M., Sole, A. R., et al. (2023). Sustained improvement of intrinsic capacity in community-dwelling older adults: The +AGIL Barcelona multidomain program. *Journal of Internal Medicine*, 294(6), 730–742. <https://doi.org/10.1111/joim.13710>

56. Limanaqi, F., Ferri, E., Ogno, P., et al. (2025). Effects of the VIVIFRAIL exercise protocol on circulatory and intracellular peripheral mediators bridging mitochondrial dynamics and inflammation in robust and frail older people. *Aging Cell*, 24(6), e70029. <https://doi.org/10.1111/accel.70029>

57. Cuatrecasas G, de Cabo F, Coves MJ, Patrascioiu I, Aguilar G, March S, Balfegó M, Bretxa C, Calbo M, Cuatrecasas G, Aranda G, Orois A, Bové I, Munoz-Marron E, García-Lorda P. Ultrasound measures of abdominal fat layers correlate with metabolic syndrome features in patients with obesity. *Obes Sci Pract*. 2020 Oct 8;6(6):660-667. doi: 10.1002/osp4.453. PMID: 33354344; PMCID: PMC7746969.

58. Udriou, I.-V., Albai, A., Lazar, S., Braha, A., Gaita, L., Timar, B., & Sima, A. (2025). Impact of Winter Holidays on Body Composition Measured via Bioelectrical Impedance Analysis: A Prospective Study. *Journal of Clinical Medicine*, 14(21), 7566. <https://doi.org/10.3390/jcm14217566>

59. Sánchez-Sánchez, J. L., Udina, C., Medina-Rincón, A., et al. (2022). Effect of a multicomponent exercise program and cognitive stimulation (VIVIFRAIL-COGN) on falls in frail community older persons with high risk of falls: Study protocol for a randomized

multicenter control trial. *BMC Geriatrics*, 22(1), 612. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03214-0>

60. Soenarti, N. S., Lestari, N. D. I., Nugroho, N. M. B., Lestari, N. H., & Hariyanti, N. T. (2024). Rehabilitation impact of Vivifrail exercise program type C on the cognitive function of pre-frail elderly people in the community. *Folia Medica Indonesiana*, 60(3), 256–264. <https://doi.org/10.20473/fmi.v60i3.62581>

61. Suzuki, T., Shimada, H., Makizako, H., et al. (2013). A randomized controlled trial of multicomponent exercise in older adults with mild cognitive impairment. *PLoS ONE*, 8(4), e61483. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061483>

62. Udriou, I.-V., Albai, A., Lazar, S., Braha, A., Gaita, L., Timar, B., & Sima, A. (2025). Impact of Winter Holidays on Body Composition Measured via Bioelectrical Impedance Analysis: A Prospective Study. *Journal of Clinical Medicine*, 14(21), 7566. <https://doi.org/10.3390/jcm14217566>

63. Cesari, M., Lauretani, F., Calvani, R., & Marzetti, E. (2021). Visceral adiposity and its role in aging, frailty and inflammation. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 76(3), 456–464. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa235>

64. McLeod, J. C., Stokes, T., & Phillips, S. M. (2023). Resistance training adaptations in older adults: The role of neural mechanisms. *Sports Medicine*, 53(2), 379–393. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01768-9>

65. Tian, Q., Resnick, S. M., & Studenski, S. A. (2022). Baseline mobility predicts physical function response to exercise in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 70(4), 1085–1094. <https://doi.org/10.1111/jgs.17690>

66. Valdés-Badilla, P., Herrera-Valenzuela, T., Guzmán-Guzmán, I. P., et al. (2023). Multicomponent exercise improves oxidative stress biomarkers in older adults: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 175, 112124. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112124>

