

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
POSGRADO EN SALUD INTEGRAL Y MOVIMIENTO HUMANO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO COMBINADO  
DE REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR FASE II, SOBRE  
LA COMPOSICIÓN CORPORAL, RESISTENCIA AERÓBICA Y  
LA FUERZA DE ADULTOS MAYORES CON  
ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR**

**Franklin Heyden López**

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador del Posgrado en Salud Integral y Movimiento Humano con énfasis en Salud, para optar al grado de Magister Scientiae

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica  
2022

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO COMBINADO DE REHABILITACIÓN  
CARDIOVASCULAR FASE II, SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL,  
RESISTENCIA AERÓBICA Y LA FUERZA DE ADULTOS MAYORES CON  
ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR**

**FRANKLIN HEYDEN LÓPEZ**

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador del Posgrado en Salud Integral y Movimiento Humano con énfasis en Salud, para optar al grado de Magister Scientiae. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica

Miembros del Tribunal Examinador

Dr. Luis A. Miranda Calderón / Dr. José Vega Baudrit /Dr. Jorge Herrera Murillo/Dra. Damaris  
Castro García / Máster Randall Gutiérrez Vargas  
Representante del Consejo Central de Posgrado

PhD. Braulio Sánchez Ureña  
Representante del Coordinador de la Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano

M.Sc. Luis Blanco Romero  
Tutor de tesis

PhD. Jorge Salas Cabrera  
Miembro del Comité Asesor

M.Sc. José Andrés Trejos Montoya  
Miembro del Comité Asesor

Franklin Heyden López  
Sustentante

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador del Posgrado en Salud Integral y  
Movimiento Humano con énfasis en Salud, para optar al grado de Magister Scientiae. Cumple  
con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de la Universidad Nacional. Heredia,  
Costa Rica

## Resumen

*Se trata de un estudio observacional descriptivo, retrospectivo para determinar el efecto de un Programa de ejercicio combinado de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, sobre la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.*

**Metodología:** *Se tomaron los resultados pre y post de 199 registros de adultos mayores que participaron del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología, entre 2014 y 2019, se revisaron datos de composición corporal, resistencia aeróbica y fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular. El programa consistió en 12 a 16 semanas (24 a 32 sesiones) de trabajo específico, que incluyó, trabajo aeróbico y fuerza muscular (con trabajo de pesas y funcional). Se realiza un análisis de varianza ANOVA mixta para cada variable. Se estableció una significancia estadística de  $p < 0.05$ .*

**Resultados:** *Composición corporal (el índice de masa corporal mejoró un -0.28% con magnitud de cambio de -0.08 kg/m<sup>2</sup>,  $p = 0.002$ ; el porcentaje de grasa general mejoró en un -1.54% con magnitud de cambio de -0.48%,  $p < 0.001$ ; porcentaje de músculo mejoró 1.16% con magnitud de cambio de 0.34%,  $p < 0.001$ ). Resistencia aeróbica [PC6M (Distancia recorrida mejoró un 12.14% con magnitud de cambio de 45.8 m,  $p < 0.001$ ; porcentaje del predicho mejoró un 13.56% con magnitud de cambio de 11.81%,  $p < 0.001$ ; VO<sub>2</sub> mejoró un 7.34% con magnitud de cambio de 1 ml/kg/min,  $p < 0.001$ ; METs logrados mejoró un 7.52% con magnitud de cambio de 0.21,  $p < 0.001$ ). PE (METs alcanzado mejoró un 32.19% con magnitud de cambio de 2.26,  $p < 0.001$ ; VO<sub>2</sub> mejoró un 25.65% con magnitud de cambio de 5.49 ml/kg/min,  $p < 0.001$ ]. Fuerza muscular (MIR mejoró un 21.90% con magnitud de cambio de 2.46 repeticiones,  $p < 0.001$ ; MSR mejoró un 25.85% con magnitud de cambio de 3.24 repeticiones,  $p < 0.001$ ; MIP mejoró un 63.29% con magnitud de cambio de 18.88%,  $p < 0.001$ ; MSP mejoró un 81.33% con magnitud de cambio de 21.48%,  $p < 0.001$ ).*

**Conclusiones:** *Un programa de ejercicio combinado de rehabilitación cardiovascular fase II podría mejorar la composición corporal, la resistencia aeróbica, así como la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.*

## Abstract

*This is a retrospective, descriptive, observational study to determine the effect of a Phase II Cardiovascular Rehabilitation Combined Exercise Program on body composition, aerobic endurance, and muscle strength in older adults with cardiovascular disease. **Methodology:** The pre and post results of 199 records of older adults who participated in the Phase II Cardiovascular Rehabilitation Program were taken, between 2014 and 2019, body composition, aerobic endurance and muscle strength data from older adults with cardiovascular disease were reviewed. The program consisted of 12 to 16 weeks (24 to 32 sessions) of specific work, which included aerobic work and muscular strength (with weight and functional work). A mixed ANOVA analysis of variance is performed for each variable. A statistical significance of  $p \leq 0.05$  was established. **Results:** Body composition (body mass index improved by -0.28% with magnitude of change of -0.08 kg / m<sup>2</sup>,  $p=0.002$ ; overall fat percentage improved by -1.54% with a magnitude of change of -0.48%,  $p < 0.001$ ; muscle percentage improved 1.16% with change magnitude of 0.34%,  $p < 0.001$ ). Aerobic resistance [PC6M (Distance traveled improved by 12.14% with magnitude of change of 45.8 m,  $p < 0.001$ ; predicted percentage improved by 13.56% with magnitude of change of 11.81%,  $p < 0.001$ ; VO<sub>2</sub> improved by 7.34% with magnitude of change of 1 ml / kg / min,  $p < 0.001$ ; METs achieved improved by 7.52% with a magnitude of change of 0.21,  $p < 0.001$ ). PE (METs achieved improved by 32.19% with magnitude of change of 2.26,  $p < 0.001$ ; VO<sub>2</sub> improved by 25.65% with magnitude of change of 5.49 ml / kg / min,  $p < 0.001$ )]. Muscle strength (MIR improved by 21.90% with magnitude of change of 2.46 repetitions,  $p < 0.001$ ; MSR improved by 25.85% with magnitude of change of 3.24 repetitions,  $p < 0.001$ ; MIP improved by 63.29% with magnitude of change of 18.88%,  $p < 0.001$ ; MSP improved by 81.33% with magnitude of change of 21.48%,  $p < 0.001$ ). **Conclusions:** A Phase II Cardiovascular Rehabilitation Combined Exercise Program Could Improve Body Composition, Aerobic Endurance, and Muscle Strength in Older Adults With Cardiovascular Disease.*

## **Agradecimiento**

A mi cuerpo tutor M.Sc. Luis Blanco Romero y cuerpo asesor M.Sc. Jorge Salas Cabrera y M.Sc. José Andrés Trejos Montoya y también al PhD. Derby Muñoz Rojas y al Profesor Gerardo Araya Vargas por su apoyo en este proceso.

A mi esposa y mis hijos por su sacrificio, apoyo, cariño y aliciente para lograr finalizar este proceso.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi esposa y mis hijos quienes me dan el aliento y las fuerzas para realizar todos mis proyectos, metas y sueños.

A todas las personas que ven el movimiento humano como una característica inherente al hombre. Y todos aquellos que les satisface trabajar con el movimiento humano, adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

## Índice

|  |      |
|--|------|
| <b>Resumen</b> .....                                       | IV   |
| <b>Abstract</b> .....                                      | V    |
| <b>Agradecimiento</b> .....                                | VI   |
| <b>Dedicatoria</b> .....                                   | VII  |
| <b>Lista de tablas</b> .....                               | XI   |
| <b>Lista de figuras</b> .....                              | XIII |
| <b>Lista de abreviaturas</b> .....                         | XV   |
| <b>Descriptores</b> .....                                  | XVI  |
| <b>Capítulo I - INTRODUCCIÓN</b> .....                     | 1    |
| Planteamiento y delimitación del problema .....            | 1    |
| Justificación.....   | 2    |
| Objetivos .....  | 3    |
| Hipótesis.....   | 4    |
| Conceptos clave.....                                       | 4    |
| Variables.....   | 5    |
| <b>Capítulo II - MARCO CONCEPTUAL</b> .....                | 8    |
| 1. Antecedentes.....                                       | 8    |
| 2. Envejecimiento.....                                     | 10   |
| 3. Enfermedades cardiovasculares .....                     | 11   |
| 3.1 Enfermedades cardiovasculares en adultos mayores ..... | 12   |
| 3.1.1 Hipertensión arterial.....                           | 12   |
| 3.1.2 Enfermedad arterial coronaria .....                  | 13   |
| 3.1.3 Enfermedad cerebrovascular .....                     | 14   |
| 3.1.4 Enfermedad arterial periférica.....                  | 14   |
| 3.1.5 Insuficiencia cardíaca .....                         | 15   |
| 4. Rehabilitación cardiovascular .....                     | 15   |
| 4.1 Fases de la rehabilitación cardio vascular .....       | 16   |
| 4.2 Beneficios de la rehabilitación cardiovascular .....   | 17   |
| 5. Composición corporal .....                              | 20   |
| 5.1 Medición de la composición corporal .....              | 20   |



|   |           |
|---|-----------|
| 5.2 Cambios en la composición corporal con el envejecimiento y el ejercicio .....                             | 22        |
| 6. Resistencia aeróbica .....   | 23        |
| 6.1 Medición de la resistencia aeróbica.....  | 24        |
| 6.2 Cambios en la resistencia aeróbica con el envejecimiento y el ejercicio                                   | 26        |
| 7. Fuerza.....  | 26        |
| 7.1 Evaluación de la fuerza en adultos mayores.....   | 27        |
| 7.2 Cambios en la fuerza muscular con el envejecimiento y el ejercicio .....                                  | 28        |
| <b>Capítulo III - METODOLOGÍA .....</b>   | <b>29</b> |
| 1. Fuentes de información.....  | 29        |
| 1.1 Criterio de inclusión .....   | 29        |
| 1.2 Criterio de exclusión.....  | 29        |
| 2. Instrumentos y materiales .....  | 30        |
| 2.1 Caminata de seis minutos .....  | 30        |
| 2.2 Prueba de esfuerzo con protocolo Bruce y/o Bruce modificado .....   | 31        |
| 2.3 Senior Fitness Test .....   | 31        |
| 2.4 Materiales .....  | 32        |
| 3. Procedimientos.....  | 33        |
| 3.1 Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II, del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología..... | 36        |
| 4. Diseño .....   | 41        |
| 5. Análisis de datos .....  | 41        |
| <b>Capítulo IV - RESULTADOS.....</b>  | <b>43</b> |
| 1. Composición corporal .....   | 44        |
| 1.1 IMC.....  | 45        |
| 1.2 Grasa general .....   | 46        |
| 1.3 Grasa visceral .....  | 48        |
| 1.4 Porcentaje de músculo .....   | 48        |
| 2. Resistencia aeróbica: Caminata seis minutos y prueba de esfuerzo. ....                                     | 49        |
| 2.1 Distancia recorrida en la caminata seis minutos.....  | 51        |
| 2.2 Porcentaje del predicho en la caminata seis minutos .....   | 52        |
| 2.3 Consumo de oxígeno estimado en la caminata seis minutos.....  | 53        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.4 METs logrados en la caminata seis minutos .....            | 54        |
| 2.5 METs alcanzados en la prueba de esfuerzo .....             | 55        |
| 2.6 Consumo de oxígeno estimado en la prueba de esfuerzo ..... | 56        |
| 3. Fuerza muscular .....                                       | 57        |
| 3.1 Miembros inferiores repeticiones .....                     | 59        |
| 3.2 Miembros superiores repeticiones .....                     | 60        |
| 3.3 Miembros inferiores percentil .....                        | 61        |
| 3.4 Miembros superiores percentil .....                        | 62        |
| <b>Capítulo V - DISCUSIÓN .....</b>                            | <b>64</b> |
| <b>Capítulo VI - CONCLUSIONES.....</b>                         | <b>70</b> |
| <b>Capítulo VII - RECOMENDACIONES .....</b>                    | <b>71</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                         | <b>73</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>84</b> |

## Lista de tablas

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Tabla 1. ....</i>   | <i>5</i>  |
| <i>Operacionalización de variables.</i>  |           |
| <i>Tabla 2. ....</i>   | <i>37</i> |
| <i>Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular, Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología.</i>   |           |
| <i>Tabla 3. ....</i>   | <i>39</i> |
| <i>Grupos musculares y lista de ejercicios realizados por los participantes del Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular</i>                    |           |
| <i>Tabla 4. ....</i>   | <i>39</i> |
| <i>Patrones de movimientos corporales realizados por los participantes en el entreno funcional del Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular</i> |           |
| <i>Tabla 5. ....</i>   | <i>43</i> |
| <i>Características de la población según la modalidad de entrenamiento por sexo (n=199)</i>  |           |
| <i>Tabla 6. ....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Características de la población n=199 según edad por modalidad de entrenamiento</i>   |           |
| <i>Tabla 7. ....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Resumen de estadística descriptiva. Efecto del programa sobre los componentes de la variable composición corporal por medición</i>  |           |
| <i>Tabla 8. ....</i>   | <i>45</i> |
| <i>Resumen de resultados de ANOVA mixto de dos vías. Efecto del programa sobre los componentes de la variable composición corporal</i>   |           |

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabla 9.</i> .....   | 50 |
| <i>Resumen de estadística descriptiva. Efecto del programa sobre los componentes de la variable resistencia aeróbica por medición</i> |    |
| <i>Tabla 10.</i> .....  | 51 |
| <i>Resumen de resultados de ANOVA mixto de dos vías. Efecto del programa sobre los componentes de la resistencia aeróbica</i>         |    |
| <i>Tabla 11.</i> .....  | 58 |
| <i>Resumen de estadística descriptiva. Efecto del programa sobre los componentes de la variable fuerza por medición</i>               |    |
| <i>Tabla 12.</i> .....  | 58 |
| <i>Resumen de resultados de ANOVA mixto de dos vías. Efecto del programa sobre los componentes de la variable fuerza por medición</i> |    |

## Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 .....  | 34 |
| <i>Diagrama de flujo sobre proceso de identificación, filtración y elección de registros utilizado para el análisis de resultados.</i>                            |    |
| Figura 2 .....  | 40 |
| <i>Estructura de la sesión de entrenamiento del Programa de Rehabilitación cardiovascular.</i>  |    |
| Figura 3 .....  | 46 |
| <i>Comparación del índice de masa corporal de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>  |    |
| Figura 4 . .....  | 47 |
| <i>Comparación de la grasa general de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>  |    |
| Figura 5 .....  | 49 |
| <i>Comparación del porcentaje de músculo de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>  |    |
| Figura 6 . .....  | 52 |
| <i>Comparación de la distancia recorrida en la caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>           |    |
| Figura 7 . .....  | 53 |
| <i>Comparación del porcentaje del predicho de caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>            |    |
| Figura 8 .....  | 54 |
| <i>Comparación del consumo de oxígeno de la marcha de la caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i> |    |

|   |    |
|---|----|
| Figura 9 .  | 55 |
| <i>Comparación de los METs de la caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i> |    |
| Figura 10 .   | 56 |
| <i>Comparación de los METs alcanzado de la PE de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>             |    |
| Figura 11 .   | 57 |
| <i>Comparación del consumo de oxígeno estimado de la PE de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>   |    |
| Figura 12 .   | 60 |
| <i>Comparación de las repeticiones de miembros inferiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i> |    |
| Figura 13 .   | 61 |
| <i>Comparación de las repeticiones de miembros superiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i> |    |
| Figura 14 .   | 62 |
| <i>Comparación del percentil de miembros inferiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>       |    |
| Figura 15 .   | 63 |
| <i>Comparación del percentil de miembros superiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento.</i>       |    |

## Lista de abreviaturas

|                   |  |
|-------------------|--|
| AACVPR            | American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. |
| ACSM              | American College of Sport Medicine.                                  |
| ATS               | American Thoracic Society.   |
| BIA               | Bioelectrical impedance analyser.                                    |
| DXA               | Dual energy x ray absorptiometry.                                    |
| CCSS              | Caja Costarricense de Seguro Social.                                 |
| EAC               | Enfermedad arterial coronaria.                                       |
| EAP               | Enfermedad arterial periférica.                                      |
| ECV:              | Enfermedades cardiovasculares.                                       |
| EE. UU.           | Estados Unidos Norteamericanos.                                      |
| EPE               | Escala percepción de esfuerzo.                                       |
| FE                | Fracción de eyección.  |
| HNGG              | Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología.                       |
| HTA               | Hipertensión arterial.   |
| IAM               | Infarto agudo de miocardio.  |
| IC                | Insuficiencia Cardíaca.  |
| IMC               | Índice de masa corporal.   |
| METs              | Equivalente metabólico.  |
| mmHg              | Milímetros de mercurio.  |
| OMS               | Organización Mundial de la Salud.                                    |
| PAS               | Presión arterial sistólica.  |
| PE                | Prueba de esfuerzo.  |
| PC6M              | Prueba caminata seis minutos.  |
| PRCV              | Programa de rehabilitación cardio vascular.                          |
| RCV:              | Rehabilitación cardiovascular.                                       |
| SFT               | Senior Fitness Test.   |
| VM                | Velocidad de la marcha.  |
| VO <sub>2</sub>   | Consumo de oxígeno.  |
| VO <sub>2</sub> R | Consumo de oxígeno reserva.  |

## **Descriptores**

Rehabilitación cardiovascular – composición corporal – resistencia aeróbica –  
fuerza muscular.



# Capítulo I

## INTRODUCCIÓN

### **Planteamiento y delimitación del problema:**

El envejecimiento es un proceso fisiológico normal que conlleva una disminución progresiva de las funciones de los diferentes órganos y sistemas vitales del organismo (Valerio y Miranda, 2017), que disminuyen de las cualidades físicas de la persona como la capacidad funcional, masa corporal, fuerza muscular, flexibilidad entre otras; favoreciendo la aparición de caídas y enfermedades crónicas no transmisibles (Moreno, 2014). Si a lo anterior se les suma un inadecuado manejo de factores de riesgo modificables como el tabaquismo, dislipidemia, hipertensión arterial, estilo de vida sedentario, diabetes y la obesidad (Williams, 2013), podría llevar a desencadenar en la aparición de ECV.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte a nivel mundial (OMS, 2021). Costa Rica no se escapa de esta realidad, la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) reporta que las ECV presentan la primera causa de muerte a nivel nacional. El Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología (HNGG) reporta que en el 2018 las enfermedades cardiovasculares ocupan el segundo lugar de egresos según causa principal de enfermedad y el segundo lugar en defunciones (HNGG, 2019; Solís, 2018).

La rehabilitación cardiovascular es un proceso terapéutico que reduce síntomas, número de hospitalizaciones, morbi-mortalidad, mejora la capacidad y tolerancia al ejercicio, mejora nivel de lípidos en sangre (Gómez et al, 2015), mejora la capacidad funcional (Turk et al., 2014) la calidad de vida y el bienestar psicológico (Cacciatore et al., 2016) de las personas con ECV. Los programas de rehabilitación cardiovascular (PRCV) incluyen tradicionalmente el componente de educación sanitaria respecto al control de factores de riesgo cardiovasculares, entrenamiento físico, específicamente el trabajo aeróbico y la intervención psicosocial. Pocos trabajos agregan el componente de fuerza; sin embargo, estudios previos confirman la idoneidad y eficacia del entrenamiento de fuerza (Ribeiro-Torres et al., 2020). Los PRCV que incluye trabajo combinado de entrenamiento aeróbico más fuerza, aumenta la masa magra total en piernas y el índice de masa

muscular esquelética (Jiménez, 2019), mejora además el VO2 pico, la fuerza muscular (Gomes et al., 2019; Ribeiro-Torres et al., 2020) y la función física (Xanthos et al., 2016), lo cual se logra con trabajos de intensidad moderada resultando beneficioso para los adultos mayores con enfermedad arterial coronaria (EAC) (Chen et al., 2014).

El PRCV que incluye trabajo combinado de entrenamiento aeróbico más fuerza, es el tratamiento de la ECV, por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de un programa de ejercicio combinado de rehabilitación cardiovascular fase II, sobre la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular?

### **Justificación:**

En el 2013 la prevalencia total de EAC en estadounidenses mayores de 20 años fue de 6.2%, las proyecciones muestran que para el 2030 esta cifra puede llegar al 18%. Para ese mismo año, la tasa general de mortalidad por 100.000 por EAC fue de 102,6 para los Estados Unidos, 140.8 para Austria, 90.3 para el Reino Unido y 111.2 para Alemania (Chen et al., 2014).

La CCSS (Solís, 2018), reporta que las ECV presentan la primera causa de muerte a nivel nacional. Esta institución estima que anualmente fallecen 5900 personas por estos padecimientos. Reportando para el año 2017 una inversión de ¢78 898 millones en la atención de las enfermedades cardiovasculares, representando cerca del 4% del gasto total institucional. El Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología (HNGG) reporta que en el 2018 las enfermedades cardiovasculares ocupan el segundo lugar de egresos según causa principal de enfermedad y el segundo lugar en defunciones (HNGG, 2019)

El sedentarismo propicia la aparición de factores de riesgo cardiovasculares, Guthold (2018), menciona que esta condición afecta a la población mundial, el mismo autor clasifica a Costa Rica como el sexto país más sedentario del mundo. Lo anterior concuerda con lo reportado por Araya (2020), quien menciona que en la población costarricense conforme se avanza en edad, se reduce

el nivel de actividad física, desde la infancia hasta el grupo de edad de 65 años o más. La literatura también hace referencia a que la mayoría de las ECV pueden prevenirse reduciendo los factores de riesgo tales como el consumo de tabaco, malos hábitos alimenticios, consumo de alcohol, la obesidad incluyendo, además, la inactividad física y el sedentarismo (Gómez, et al., 2015).

La Asociación Americana de rehabilitación cardiovascular y pulmonar (AACVPR, por sus siglas en inglés), Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM por sus siglas en inglés), así como la Sociedad Europea de Cardiología estructuran sus guías de Rehabilitación Cardíaca con base en medicina basada en evidencia. Mismas que incluyen en sus componentes de prescripción el trabajo aeróbico y la fuerza muscular (Gómez, et al., 2015; Riebe, 2018; Williams, 2013); sin embargo, los PRCV, tradicionalmente le dan énfasis sólo al componente aeróbico. La literatura también reporta que hacen falta más trabajos para determinar la eficacia del entrenamiento de resistencia (Pelliccia et al. 2020; Riebe 2018; Williams, 2013).

A nivel nacional hay pocos trabajos reportados sobre rehabilitación cardiovascular. Los mismos mencionan beneficios sobre la capacidad funcional (Araya-Ramírez et al, 2013 y Wong et al. 2011), la velocidad de la caminata (Araya-Ramírez et al, 2013). También a nivel nacional, dos trabajos de tesis mencionan beneficios sobre la capacidad funcional (Cordero, 2019 y Trejos, 2016) y la calidad de vida (Cordero, 2019; Trejos, 2016) y fuerza muscular (Cordero, 2019). No se encontró reporte de trabajos que combine entrenamiento aeróbico y fuerza muscular.

## **Objetivos:**

### Objetivo general

Identificar el efecto de un Programa de Ejercicio Combinado de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, sobre la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

## Objetivos específicos

- Conocer la condición composición corporal inicial y final de los participantes del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II del Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología, Dr. Raúl Blanco Cervantes.
- Describir la condición inicial y final en la resistencia aeróbica de los participantes del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II del Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología, Dr. Raúl Blanco Cervantes.
- Describir la condición inicial y final en la fuerza muscular de los participantes del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II del Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología, Dr. Raúl Blanco Cervantes.

## **Hipótesis:**

Ho= No hay diferencia significativa en la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de los adultos mayores que participaron del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II.

Hi= Hay diferencia significativa en la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de los adultos mayores que participaron del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II.

## **Conceptos clave:**

**Rehabilitación cardiovascular:** es un programa estructurado de ejercicios, educación y reducción de factores de riesgos, que puede reducir la mortalidad, mejorar la capacidad funcional y reducir las tasas de rehospitalización (Turk et al., 2014), además de mejorar la calidad de vida y el bienestar psicológico de adultos mayores (Cacciatore et al., 2016).

**Composición corporal:** es el estudio del cuerpo a través de medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad y composición, así como de sus funciones (Williams, 2006).

**Resistencia aeróbica:** Se define como la capacidad de realizar ejercicios de intensidad muscular moderada a vigorosa de músculos grandes, durante períodos prolongados de tiempo (Pescatel, 2014)

**Fuerza muscular:** capacidad del sistema neuromuscular de superar resistencias a través de la actividad muscular (trabajo concéntrico), de actuar en contra de las mismas (trabajo excéntrico) o bien de mantenerlas (trabajo isométrico) (Conde, 2016).

**Variables:**

La tabla 1 muestra la operacionalización de variables.

**Tabla 1.**

*Operacionalización de variables*

| Variable             | Naturaleza  | Nivel de medición | Definición conceptual   | Definición operativa<br>(forma en que se examinará)        | Indicador  |
|----------------------|-------------|-------------------|---|--|--|
| Composición corporal | Dependiente | Métrico           | Detalla los porcentajes relativos al peso corporal, de masa grasa y masa magra (Pescatel, 2014) | Medido con antropometría (Pescatel, 2014) y bioimpedancia. | Peso, talla, índice de masa corporal, porcentaje de grasa general, porcentaje de grasa visceral, |

---

|                         |             |         |  |   |  |
|-------------------------|-------------|---------|--|---|--|
| Resistencia<br>aeróbica | Dependiente | Métrico | Se define como la capacidad de realizar ejercicios de intensidad muscular moderada a vigorosa de músculos grandes, durante períodos prolongados de tiempo (Pescatel, 2014) | Medido por Caminata de seis minutos (PC6M) (Giraldo, 2008).         | porcentaje de músculo, Metros recorridos, porcentaje del predicho, consumo de oxígeno estimado y equivalente metabólico (METs) logrados. |
|                         |             |         |  | Prueba de esfuerzo (PE) con electrocardiografía. (Balady, 2016).    | Valor de METs alcanzado. Consumo de oxígeno estimado.  |
| Fuerza<br>muscular      | Dependiente | Métrica | Fuerza muscular de miembros inferiores y superiores  | Parte de la batería de pruebas del Senior Fitness Test, se utiliza: | Medido por la cantidad de repeticiones y percentil   |

---

|                        |   |   |
|------------------------|---|---|
| (Rikli y Jones, 2001). | La prueba de fuerza de miembros inferiores (Rikli y Jones, 2001). | de movimiento s dinámicos en miembros inferiores lograda en 30 segundos.  |
|                        | La prueba de fuerza de miembros superiores (Rikli y Jones, 2001). | Medido por la cantidad de repeticiones y percentil de movimiento s dinámicos en miembros superiores lograda en 30 segundos. |

---

Elaboración propia.

## Capítulo II

### MARCO CONCEPTUAL

#### 1. Antecedentes:

En este apartado se mencionarán trabajos similares al presente, que incluye Rehabilitación Cardiovascular Fase II en adulto mayor con la combinación de trabajo aeróbico y fuerza. En primera instancia se menciona el trabajo de Jiménez (2019), que tuvo como objetivo identificar los cambios en la composición corporal posterior a un PRCV fase II, que incluía entrenamiento aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza. Dentro de sus resultados reportan aumento promedio significativo en masa magra total de 1,76%, destacado en la masa magra de piernas en 5,21%; el índice de masa muscular esquelética tuvo un aumento promedio estadísticamente significativo de 2,27%, no encontraron diferencias significativas entre índice de masa corporal, el perímetro de cintura, ni la masa grasa total. El autor concluye que un programa de rehabilitación aumenta la masa magra total, de piernas y el índice de masa muscular esquelética; no modifica el índice de masa corporal, el perímetro de cintura, ni la masa grasa total en forma significativa.

El metaanálisis de Gomes et al. (2019) investiga los efectos del entrenamiento aeróbico y de fuerza combinada sobre el consumo de oxígeno ( $VO_2$  pico) y la fuerza muscular en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección ventricular izquierda reducida. En su trabajo incluyeron 39 estudios, 2008 pacientes; en 14 trabajos compararon el entrenamiento aeróbico y de fuerza combinado versus el entrenamiento aeróbico; y 25 trabajos compararon el entrenamiento aeróbico y de fuerza combinado versus grupo control. En sus resultados reportan una mejora en la fuerza con una diferencia de medias estandarizada de 0.7 (IC del 95%: 0.3 a 1.0, muestra = 167) a favor del grupo entrenamiento aeróbico y de resistencia combinado, contra el aeróbico; así como una diferencia no significativa en el  $VO_2$  pico a favor del grupo entrenamiento aeróbico y de resistencia combinado contra el grupo de entrenamiento aeróbico; además reportan mejoras en el  $VO_2$  con una diferencia media ponderada de 2.9 ml/kg/min (IC del 95%: 1.6 a 4.4 muestra = 638) y mejora en la fuerza muscular con una diferencia de medias estandarizada de 0.64 (IC del 95%: 0.4 a 0.9, muestra = 315) a favor del grupo entrenamiento aeróbico y de fuerza combinado contra el grupo control. Los autores concluyen que el entrenamiento combinado aeróbico y de resistencia mejora el  $VO_2$  pico y a la fuerza muscular, y que los mismos deben considerarse como un



componente de la atención de los pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección ventricular izquierda reducida.

El metaanálisis de Xanthos et al. (2016) tuvo como objetivo evaluar la efectividad del entrenamiento de fuerza en personas con cardiopatía coronaria en comparación con el entrenamiento aeróbico. Comparó un grupo con entrenamiento de fuerza en combinación con entrenamiento aeróbico; y otro grupo con solo entrenamiento aeróbico. En sus resultados reportan mejora significativa en el  $\text{VO}_2$  pico con una diferencia de medias ponderada 0.61 (IC del 95%: 0.20 – 1.10), y en la fuerza una media estandarizada de 0.65 (IC del 95%: 0.43 – 0.87) a favor del grupo entrenamiento combinado versus el entrenamiento aeróbico, con una evidencia de calidad moderada. No encontraron diferencia al comparar el entrenamiento de fuerza versus el aeróbico. El entrenamiento combinado de corta duración (menor a 12 semanas) es superior al entrenamiento aeróbico de corta duración para mejorar el  $\text{VO}_2$  y la fuerza muscular (evidencia de baja calidad); el entrenamiento combinado de mayor duración (mayor a 12 semanas) fue superior al entrenamiento aeróbico de mayor duración para mejorar la fuerza (evidencia de calidad moderada). Dentro de las conclusiones mencionan que el entrenamiento combinado es más beneficioso que el entrenamiento de fuerza para mejorar la función física de personas EAC. Aunque los hallazgos preliminares, también menciona que se requieren más pruebas de alta calidad para determinar la eficacia del entrenamiento de resistencia.

El trabajo de Chen et al. (2014) tuvo como objetivo estudiar el efecto del entrenamiento físico en personas adultas mayores con EAC. Trabajaron con dos grupos, una con ejercicio combinado (cardiopulmonar, fuerza y equilibrio), el otro con atención habitual (tratamiento médico y visitas clínicas), con un total de 36 sesiones de entrenamiento físico, completadas en 12 semanas. En sus resultados reportan mejoras significativas en el consumo máximo de oxígeno con diferencia media ponderada de 0.61 (IC del 95%: 0.20 – 1.10) y en la fuerza muscular con diferencia media ponderada de 0.65 (IC del 95%: 0.43 – 0.87) a favor del entrenamiento combinado sobre el aeróbico con evidencia de calidad moderada. También comentan que la capacidad aeróbica (METs umbral y METs pico) se correlacionó con la movilidad funcional; mencionan además mejora significativa en la caminata seis minutos, en promedio paso de 345.62m a 373.33m (mejoría en 27.21 m); mejora en la fuerza de agarre, en promedio paso de 11.0 kg a 14.1 kg (mejoría en 1.39

kg). Los autores concluyeron que el ejercicio cardiopulmonar de intensidad moderada, el ejercicio de fortalecimiento y el entrenamiento de equilibrio, es beneficioso para los adultos mayores con EAC.

A nivel nacional la tesis de post grado de Cordero (2019), tuvo como objetivo analizar el efecto del ejercicio físico en el desempeño funcional, en la composición corporal y en la fuerza muscular de los pacientes adultos mayores al finalizar el PRCV del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología, en el año 2019. Con un total de 30 usuarios que asistieron a 28 sesiones con una cantidad mínima de 24 sesiones y la máxima de 31. En sus resultados reporta que no hubo cambio en el índice de masa corporal, ni porcentaje de grasa, con una pequeña disminución en el porcentaje de masa muscular; con aumento significativo en la distancia recorrida en la caminata de seis minutos con variación promedio de 56.7 metros; y un aumento no significativo en la fuerza medida por dinamometría con un aumento de 1.3 kg. El autor concluye que la distancia recorrida en la caminata de 6 minutos aumentó significativamente al completar el programa de rehabilitación cardiaca. El desempeño funcional de los pacientes que completan el programa de RC mejoró, en las distintas pruebas utilizadas para valorarlo. El porcentaje de grasa y el índice de músculo esquelético se mantiene sin cambios importantes al finalizar el programa.

## **2. Envejecimiento:**

El envejecimiento no es una enfermedad, es un proceso fisiológico normal que desencadena modificaciones biológicas. Calero et al. (2016) mencionan que el “envejecimiento es un proceso natural e inevitable que involucra factores genéticos, biológicos, fisiológicos, socio ambiental y cultural, que se manifiesta en el deterioro paulatino del organismo”. Por su parte Valerio y Miranda (2017), lo definen como una disminución progresiva de las funciones de los diferentes órganos y sistemas vitales, para responder a cambios en el medio interno y en el medio ambiente.”

Este proceso se da por una disfunción o disminución en el número de células de un órgano o sistema, lo cual sucede por mecanismos intrínsecos (genéticos, inmunológicos y endocrinos) y extrínsecos (mala alimentación, tabaco, alcohol, sedentarismo, estrés) (Valerio, 2017). Que lleva a una reducción de funciones en el aparato locomotor, cardiovascular, respiratorio, así como

modificaciones sensoriales y neuropsicomotoras (Moreno, 2014); con disminución de la capacidad funcional, masa corporal, fuerza muscular, flexibilidad, entre otras; favoreciendo la aparición de caídas y enfermedades crónicas no transmisibles con la consecuente reducción en la calidad de vida

En la actualidad el envejecimiento es un proceso potencialmente modificable, sobre todo si después de los 40 años se tratan los factores externos o mecanismos extrínsecos que afectan el envejecimiento. De los 40 a 60 años se considera la etapa de ahorro fisiológico, en el cual se prepara el organismo para hacerle frente a los cambios que se dan después de los 60. El objetivo de las acciones tomadas entre los 40 y 60 años no es solo mejorar la esperanza de vida, sino también vivir más años sin enfermedad (Valerio, 2017). La OMS (2015), define el envejecimiento saludable como el proceso de fomentar y mantener la capacidad funcional que permite el bienestar en la vejez.

### **3. Enfermedades cardiovasculares:**

La Organización Mundial de la Salud define las enfermedades cardiovasculares como un grupo de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos, que incluye: enfermedad arterial coronaria, enfermedad cerebrovascular, enfermedad arterial periférica, enfermedad cardíaca reumática, cardiopatía congénita y trombosis venosa profunda. (OMS, 2021).

Williams (2013) menciona que los factores de riesgo son lo que hacen propensa a una persona a sufrir un ECV. Los cuales se clasifican en no modificables y modificables. Dentro de los modificables se citan: la edad, el género y la historia familiar. En el caso de los no modificables se mencionan: el tabaquismo, dislipidemia, hipertensión arterial, estilo de vida sedentario, diabetes y la obesidad. Las enfermedades crónicas no trasmisibles incluyen la Diabetes, Hipertensión arterial y las Dislipidemias, las cuales son factores de riesgo de sufrir ECV.

### **3.1 Enfermedades cardiovasculares en adultos mayores:**

Es la principal causa de muerte en hombres y mujeres de más de 65 años. La hipertensión arterial afecta entre la mitad y dos terceras partes de la población mayor de 65 años, mientras que la Insuficiencia Cardíaca (IC) es el diagnóstico más común al alta entre los adultos mayores estadounidenses. Con la edad se eleva la presión arterial sistólica (PAS), no así la diastólica. Por lo anterior la elevación en la presión sistólica es un importante predictivo de episodios cardiovasculares, especialmente en mujeres. La IC con fracción de eyección (FE) preservada es más común en edades avanzadas. La EAC puede afectar múltiples vasos, siendo la más frecuente la arteria coronaria principal izquierda, y su frecuencia es similar en mujeres y hombres mayores de 65 años. Antes de los 80 años es igual el número de hombres y mujeres que pueden sufrir un infarto agudo de miocardio (IAM), después de esta edad es más frecuente en mujeres. Más del 80% de las muertes por ECV se dan en personas mayores de 65 años, y aproximadamente el 60% corresponde a personas mayores de 75 (Schwartz, 2016).

#### **3.1.1 Hipertensión arterial:**

La Hipertensión arterial (HTA) es conocida como presión arterial alta, es un trastorno en el cual se genera una presión alta y persistente sobre los vasos sanguíneos, ocasionando daño sobre los mismos, causando síntomas como dolor de cabeza, dificultad respiratoria, vértigos, dolor torácico, palpitaciones del corazón y hemorragias nasales. Si la HTA no se controla puede provocar un infarto del miocardio, ensanchamiento del corazón e insuficiencia cardíaca (Schwartz, 2016).

La presión arterial se eleva con la edad, tanto en hombres como en mujeres, siendo más prevalente la hipertensión sistólica en relación con la diastólica. Es más frecuente la hipertensión sistólica en mujeres mayores de 65 años (Schwartz, 2016). La hipertensión diastólica (>90 mmHg) y/o sistólica (>140 mmHg) afecta entre el 50 y el 80% de las personas con más de 65 años y entre el 60 y el 80% de las personas mayores de 80 años. Sin embargo, muchos adultos mayores desconocen su condición de hipertensas, por lo que la prevalencia puede estar subestimada (Schwartz, 2016).

La elevación de la presión arterial se asocia con un aumento de la morbimortalidad por enfermedad cardiovascular desde la juventud hasta edades avanzadas, reconociéndose como un factor de riesgo modificable, su manejo adecuado impacta positivamente en la incidencia y evolución de la enfermedad cardiovascular (Monge, 2017).

La probabilidad de muerte por evento isquémico coronario y evento cerebrovascular se duplica por cada 20 mmHg de aumento de la presión sistólica o 10 de aumento de presión diastólica y una reducción de 5 mmHg de la presión sistólica disminuye la mortalidad en un 14% para enfermedad cerebrovascular y un 9% por evento coronario (Monge, 2017).

### **3.1.2 Enfermedad arterial coronaria:**

La Enfermedad arterial coronaria (EAC) ocurre por endurecimiento y estreches de los vasos sanguíneos que irrigan el músculo cardíaco. Lo anterior puede suceder por la acumulación de lípidos, productos de sangre, carbohidratos y calcio, que forman la placa de ateroma en las paredes de las arterias. Lo cual conduce a obstrucción parcial y progresiva del lumen arterial, produciendo isquemia y hasta obstrucción aguda del vaso, causando necrosis del tejido. Otras veces se presenta erosión de la superficie endotelial generando formación de trombos plaquetarios que pueden obstruir el vaso, desprenderse y embolizar generando obstrucción progresiva (Esper, 2004).

La disminución del lumen de la arteria reduce el suministro de sangre y oxígeno al músculo cardíaco, lo que puede producir dolor en el pecho (angina) o a un infarto. La mayoría de los infartos ocurren cuando un coágulo interrumpe el flujo sanguíneo, causando un daño cardíaco permanente (Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre, 2018). Algunas de las manifestaciones clínicas que se presentan son dolor en el pecho de 20 minutos o más de duración que se puede irradiar a la espalda y el mentón, disnea, sudoración, náuseas y vómitos que aparece en reposo o en ejercicio.

Schwartz (2016), menciona que estudios de autopsias mostraron que más de la mitad de las personas mayores de 60 años presentan EAC significativa, con afectación de la arteria coronaria principal izquierda o de la enfermedad de tres vasos. Además, agrega que con estudios

electrocardiográficos de IAM, anomalías ecocardiográficas y alteraciones en el índice tobillo-braquial se detectaron alteraciones en el 22% de las mujeres y el 33% de los hombres de entre 65 y 70 años, y en el 43% de las mujeres y el 45% de los hombres de más de 85 años.

### **3.1.3 Enfermedad cerebrovascular:**

La enfermedad cerebrovascular es un trastorno que obstruye y reduce el flujo sanguíneo a nivel cerebral. Schwartz y Zipes (2016) mencionan que el accidente cerebrovascular es la tercera causa de muerte y el principal motivo de discapacidad en adultos mayores de los EE. UU. El riesgo de padecerlo aumenta con la edad y se duplica cada década después de los 55 años. Entre los 65 y 80 años la probabilidad de sufrir Enfermedad cerebrovascular es mayor en los hombres; después de los 85 años, la probabilidad es mayor en mujeres.

### **3.1.4 Enfermedad arterial periférica:**

La enfermedad arterial periférica (EAP) se define como un trastorno que obstruye y reduce el flujo sanguíneo a los miembros inferiores o superiores. La EAP se debe principalmente a la aterosclerosis, aunque también puede deberse a trombosis, embolias y vasculitis. Hay una alta correlación entre la EAP y el riesgo de sufrir episodios cardiovasculares graves, ya que ambas suelen asociarse a aterosclerosis coronaria y cerebral (Creager y Libby, 2016). El índice tobillo-braquial sirve para identificar la EAP de los miembros inferiores, valores bajos se asocian con poca actividad física y deficiencia funcional, así como a deterioro funcional acelerado en comparación con el de las personas sin enfermedad arterial periférica (Schwartz y Zipes, 2016).

La prevalencia es superior en personas de más de 80 años. También la prevalencia es más alta en hombres y mujeres de raza negra y en mujeres de origen mexicano que en hombres y mujeres de raza blanca (Schwartz y Zipes, 2016).

### **3.1.5 Insuficiencia cardíaca:**

La Insuficiencia cardíaca (IC) es una depresión de la función sistólica, con pérdida de la capacidad del miocardio de generar fuerza, lo que impide que el corazón se contraiga con normalidad, produciendo una disminución de la capacidad de bomba del corazón con su consecuente reducción del gasto cardíaco (Hasenfuss y Mann, 2016).

Schwartz y Zipes (2016) mencionan que la IC es una alteración que afecta principalmente a adultos mayores, siendo la causa de al menos el 20% de los ingresos hospitalarios de pacientes de más de 65 años. Y el 85% de las muertes se deben a esta enfermedad. La incidencia de IC es mayor en hombres que en mujeres, aunque, a mayor cantidad de mujeres que alcanzan edades más avanzadas, tiende a ser mayor el número de mujeres que el de hombres que requieren asistencia por la IC. La mortalidad media a 5 años es de alrededor del 50% para personas con IC con FE reducida y algo menor para personas con IC y FE preservada. El pronóstico es peor en personas de más de 65 años, con un incremento lineal de la mortalidad con la edad. La supervivencia ha mejorado en las últimas dos décadas. La funcionalidad medida con el índice de valoración de actividades de la vida diaria de Katz o el índice de Barthel se han descrito como un factor predictor de mortalidad a 1 año en pacientes adultos mayores con IC (Schwartz y Zipes, 2016).

## **4. Rehabilitación cardiovascular:**

La rehabilitación cardiovascular es un programa estructurado de ejercicios, educación y reducción de factores de riesgos, que puede reducir la mortalidad, mejorar la capacidad funcional y reducir las tasas de rehospitalización (Turk et al. 2014), además de mejorar la calidad de vida y el bienestar psicológico (Cacciatore et al., 2016)

El equipo multidisciplinario involucra a los siguientes profesionales: Cardiólogo, Médico Rehabilitador, Enfermeros, Terapeuta Físico, Psicólogo, Terapeuta Ocupacional, Nutricionista (García y Yudes, 2015) y Especialista en Movimiento Humano.

García y Yudes (2015) mencionan que la RCV está indicada en las siguientes condiciones: Cardiopatía isquémica, IAM, personas intervenidas quirúrgicamente de bypass coronario y angioplastia, trasplante cardiaco, valvulopatías, anomalías congénitas, insuficiencia cardíaca, personas con múltiples factores de riesgos cardiovascular, arteriopatía periférica, así como en pre y post implante de dispositivos intracardiacos.

Cacciatore et al. (2016) menciona que no hay un protocolo conocido orientado a la rehabilitación específica del adulto mayor. Pero también hace referencia a que los programas de rehabilitación cardíaca en adultos mayores deben basarse en una evaluación geriátrica integral y no solo por la enfermedad, y menciona que se debe prestar especial atención a los adultos mayores frágiles que necesitan intervención personalizada.

#### **4.1 Fases de la rehabilitación cardio vascular:**

Los PRCV según García y Yudes, 2015; Gómez et al., 2015, se desarrollan en tres fases. La fase I es la hospitalaria, que comprende desde el ingreso hasta el alta hospitalaria. Tienen como objetivo realizar actividades intrahospitalarias con movilización progresiva del paciente, ya estabilizado de su cardiopatía, para conseguir la máxima autonomía en la realización de las actividades básicas de la vida diaria; así como la valoración, estratificación del riesgo y propuestas de cambio en el estilo de vida. Dentro de los componentes de la prescripción de ejercicio la literatura recomienda. Frecuencia 2 a 4 veces por día los primeros 3 días, luego 2 veces por día. Intensidad: en paciente post IAM ó ICC trabajar con FC reposo + 20 latidos, en paciente post By pass trabajar con FC reposo + 30 latidos; escala percepción de esfuerzo (EPE)  $\leq 13$ . Tiempo: interválico 3 a 5 minutos con descanso pasivo o trabajo continuo si lo tolera. Tipo: movimientos articulares con cambios de posición y caminata pequeña. Progresión: cuando alcance trabajo continuo y alcance los 15 minutos aumentar la intensidad. (Fardy, 2003; William, 2013).

La fase II corresponde a la convalecencia o ambulatoria, que se inicia tras el alta hospitalaria. Tiene como principal objetivo, la adquisición de un estilo de vida cardiosaludable, el entrenamiento físico, la corrección de los FRCV mediante la educación sanitaria y la intervención psicosocial. Dentro de los componentes de la prescripción de ejercicio aeróbico de esta fase la



literatura recomienda. Realizar calentamiento y vuelta a la calma de 5 a 10 minutos. Frecuencia 4 a 7 días por semana. Intensidad: 40 al 80% de la FC reserva, VO<sub>2</sub> reserva o VO<sub>2</sub> pico; escala percepción de esfuerzo (EPE) de 11 a 16 en la escala de 20; frecuencia cardiaca menor a 10 latidos en los siguientes criterios: inicio de angina, disminución de (PAS), PAS mayor a 240 mmHg, presión arterial diastólica mayor a 10 mmHg, depresión del ST mayor a 2 mm, aumento en la frecuencia de arritmias ventriculares. Duración: 20 a 60 minutos por sesión. Tipo: rítmico, activación de grandes grupos musculares como caminata, ciclismo, escaleras, elípticas, ergómetro de brazos o piernas que permitan controlar el movimiento y la intensidad (William, 2013). Si no se cuenta con PE se recomienda trabajar calentamiento y vuelta a la calma de 5 a 10 minutos. Frecuencia de 3 a 5 veces por semana. Intensidad de 2 a 4 METs con EPP 11 a 14 en la escala de 20, duración de 20 a 30 minutos. Tipo en caminadora, ergómetro de brazos o piernas (William, 2013).

Dentro de los componentes de la prescripción de ejercicio de fuerza de la fase II, la literatura recomienda realizarlos a una intensidad que permita hacer 10 a 15 repeticiones sin signos de fatiga, con EPE de 11 a 13 en la escala de 6 a 20, con el mayor rango de movimiento posible, sin sostener el aire para evitar el efecto de Valsalva, exhalando durante el esfuerzo. Frecuencia de 2 a 3 veces por semana en días no consecutivos. Tipo de ejercicio variable con pesos libres, biomecánicos, ligas de resistencia, seleccionando equipos seguros y accesibles. La progresión puede incrementar en 5% cuando la carga prescrita ya sea muy confortable para la persona (Williams, 2013).

Y la fase III es la de mantenimiento, que corresponde al resto de vida de la persona, en la cual deben mantenerse realizando actividades ya sea en ambientes hospitalario como hospital de día en centros especializados para personas con afecciones cardiovasculares (García y Yudes, 2015; Gómez et al., 2015).

#### **4.2 Beneficios de la rehabilitación cardiovascular:**

Dentro de los beneficios de los programas de rehabilitación cardiovascular se encuentran los cambios en el equivalente metabólico, García y Yudes (2015), reportaron mejoras de 26% en esta variable en pacientes con cardiopatía isquémica, evaluado por la prueba de esfuerzo. Por su parte,

Chen et al. (2014), reportan mejora en la capacidad aeróbica evaluada por los METs en el umbral anaeróbico con un 13.3%, con mejoría de 0.5 y METs pico con un 22.5% con mejoría de 0.8, establecida por medio de una prueba de ejercicio cardiopulmonar, en pacientes con EAC. Wong et al. (2011), reportó mejoría de la capacidad funcional con aumento promedio de 29.7% en los METs evaluado en una prueba de esfuerzo de los pacientes con EAC.

El VO<sub>2</sub> también puede presentar cambios con los PRCV, el metaanálisis de Chen et al., (2016) reportó mejora en esta variable con aumento de 3.5 ml/kg/min en paciente con EAC; Chen et al. (2014), reportó cambio con diferencia promedio de 0.61 ml/kg/min en pacientes con EAC. El metaanálisis de Gomes et al., (2019), reportó mejora de 2,9 ml/kg/min en el VO<sub>2</sub> de pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección ventricular izquierda reducida que realizaron trabajo aeróbico combinado con fuerza. Por su parte Araya-Ramírez et al., (2013), documentó mejoras en un 26% del VO<sub>2</sub> medido estimado con la PC6M, así como mejora de 34% en la distancia recorrida, que corresponde a cambios de 36% en la velocidad de la caminata de la misma prueba en pacientes con EAC. Chen et al. (2014), mencionan además mejora en la PC6M en un 8% con mejoría en 27.21 metros en pacientes con EAC. El metaanálisis de Dibben et al, (2018), reportó cambio en la actividad física con aumento en la cantidad de pasos por día, con un 46.8%, medido con podómetro o acelerómetro en pacientes con cardiopatía.

Respecto a la PC6M, el metaanálisis de Palmer, et al. (2018) mostró aumento significativo de 49.82 metros después de un programa de rehabilitación con ejercicio físico (IC del 95%, 26.52 – 73.13) en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. Concluyendo que el ejercicio mejora la función física en comparación con ningún ejercicio de personas con insuficiencia cardiaca crónica. Por su parte el metaanálisis de Bellet (2012), mostró cambios de 60,43 m. en las personas que recibieron rehabilitación cardíaca. Por su parte Chen et al. (2014), reportó cambios en 30 metros.

Con relación a la mortalidad, Gómez (2015), mencionó que los PRCV reducen la mortalidad general y cardiovascular a largo plazo (> 12 meses) con OR: 0,87 y OR: 0,74 respectivamente; así como los ingresos hospitalarios a corto plazo (< 12 meses de seguimiento) con OR: 0,69. La revisión sistemática de García y Yudes (2015), reportó mejora en la mortalidad en un 26% de paciente con cardiopatía isquémica. Por su parte Hamm (2006), mencionó reducción del 25% en

las tasas de mortalidad cardiovascular a largo plazo y Williams (2013), mencionó que por cada incremento de 1 METs en capacidad funcional está asociado a una reducción del 12% en la mortalidad.

Otra variable que sufre cambios con los PRCV es la fuerza muscular; Chen et al. (2014), reportó mejora en esta variable con diferencia promedio de 0.65 N a favor del entrenamiento combinado (aeróbico más fuerza). El metaanálisis de Gomes et al., 2019 reportó mejora de 0,64 N en la fuerza muscular de pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección ventricular izquierda reducida que realizaron trabajo aeróbico combinado con fuerza. Mandic et al. (2013) comenta que un PRCV de mantenimiento mejoró la fuerza de los músculos de la parte inferior del cuerpo de adultos mayores con ECV. El ejercicio de fuerza es seguro de aplicar en los PRCV, su entrenamiento con descanso entre repeticiones presenta una menor respuesta hemodinámica en el doble producto (Ribeiro-Torres, et al., 2020).

Respeto al control lipídico, el metaanálisis de Chen (2016), reportó que los PRCV producen efecto significativo sobre el colesterol LDL (-5.5 mg/dL), colesterol hdl (3.8 mg/dL), triglicéridos (-4.8 mg/dL) y colesterol total (-13 mg/dL). Por su parte Wong et al. (2011), reportaron cambio en los triglicéridos con una disminución de 19.4 mg/dL equivalente a 11.2%. Con relación a la CVRS, ésta también sufre modificaciones beneficiosas para sus participantes; Gomes et al., (2019), reportó cambio de -9,8 puntos en esta variable en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección ventricular izquierda reducida.

A nivel nacional, un programa de rehabilitación cardíaca Fase II, reporta mejoría de un 29.7% en la capacidad funcional de pacientes portadores de enfermedad arterial coronaria, con mayor impacto en pacientes de “alto riesgo” (Wong et al., 2011), y mejoras significativas en la PC6M en un 26%; el VO<sub>2</sub> máx en un 26%, y velocidad de la marcha en 36%, con mejora en la capacidad funcional y la velocidad de la caminata (Araya-Ramírez et al., 2013).

## **5. Composición corporal:**

El cuerpo está compuesto de la siguiente manera: Carbohidratos menor al 1%, minerales un 4%, grasa 15%, proteínas un 20% y agua un 60%. La composición corporal tiene un impacto significativo en la salud y el desempeño físico (Williams, 2006). El modelo bicompartimental es el más aplicado para evaluar la composición corporal en la práctica clínica y la epidemiología; divide el cuerpo en masa grasa y masa libre de grasa. La masa grasa indica el componente corporal libre de agua; la masa libre de grasa incluye los componentes corporales restantes (músculo esquelético, órganos internos y grasa visceral) (Marra, et al. (2019).

### **5.1 Medición de la composición corporal:**

La resonancia magnética y la tomografía computarizada son consideradas el estándar de oro para la evaluación no invasiva de la cantidad de la masa muscular; sin embargo, no son usadas comúnmente en la atención primaria debido a su alto costo (Borga, et al. 2018). El método más preciso y considerado como el “estándar de oro” para medir la composición corporal es la hidrodensitometría (pesaje bajo el agua), con un error estándar de 2 a 2.5% (Williams, 2006; Marra et al. (2019). Este método utiliza protocolos de medición complejos, además de requerir personal con experiencia especializada y equipos costosos, lo que hace que su aplicación en entornos clínicos sea limitada (Marra, et al (2019).

Otra forma utilizada para evaluar la composición corporal es la absorciometría de rayos X de energía dual (Dual energy x ray absorptiometry o DXA por sus siglas en inglés), la cual proporciona estimaciones precisas del mineral óseo, grasa y el tejido blando magro (conocido como el modelo de tres compartimientos). Ésta utiliza rayos equis de emisión baja, para medir la atenuación de los rayos equis que inciden cuando pasan a través de los tejidos (alta atenuación para el hueso y baja atenuación para la grasa). Una desventaja del equipo es que no es portátil, además de que los valores pueden ser influenciados por el estado de hidratación de la persona (Marra, et al., 2019).

La técnica de análisis de impedancia bioeléctrica (bioelectrical impedance analyser o BIA, por sus siglas en inglés, también conocido como bioimpedancia), es un método no invasivo utilizado para evaluar la composición corporal con fines epidemiológicos y clínicos; mide las propiedades de conducción eléctrica del cuerpo, bajo el principio de que el agua y electrolitos son buenos conductores eléctricos y la grasa mala conductora. Estima los parámetros de composición corporal como el agua corporal total y la masa libre de grasa (Marra, et al., 2019). La literatura reporta que se han comparado los resultados de la bioimpedancia con los de resonancia magnética, documentando que la bioimpedancia subestima la grasa corporal total por aproximadamente 5kg (Borga, et al., 2018). Por su parte Williams (2006), reporta un error estándar de 3 a 4% comparable con la técnica de pliegues cutáneos. Las posibles fuentes de error son las diferencias en la longitud de las extremidades, la actividad física, el estado nutricional y el nivel de hidratación (Borga, et al., 2018).

Otra técnica para medir el componente graso de la composición corporal es la medición de pliegues cutáneos, la cual está diseñada para medir la grasa subcutánea por medio de un medidor (cáliper). Es una técnica común para propósitos que no sean de investigación. Para mejorar la precisión, las mediciones deben realizarse en varios sitios del cuerpo. Los valores obtenidos se insertan en formulas en la cual se debe especificar para el sexo, edad y etnia de la persona. Este método comprende errores de medición y las fórmulas están basadas en técnicas de peso bajo el agua; el error estándar de esta técnica es de 3 a 4% (Williams, 2006). Los puntos de medición son: Abdominal, tríceps, bíceps, pectoral, medial de la pierna, subescapular suprailíaco y crural.

Riebe (2018), menciona que otra forma de estimar la composición corporal es por medio del uso de mediciones antropométricas, dentro de las cuales se menciona el índice de masa corporal (IMC), el cual es una relación entre el peso y el cuadrado de la talla, utilizado para clasificar el peso de la persona en categorías  $<18,5 \text{ kg/m}^2$  bajo peso,  $18,5$  a  $24,9 \text{ kg/m}^2$  como normal,  $25,0$  a  $29,9 \text{ kg/m}^2$  como sobrepeso y  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$  obesidad. Las categorías: bajo peso, sobre peso y obesidad se consideran factores de riesgo para problemas de salud y muerte prematura. Aunque el IMC no distingue entre grasa corporal, masa muscular o hueso, es aceptado que un  $\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$  representa un exceso de grasa corporal, con la excepción de personas con grandes cantidades de masa muscular. Con la medición de circunferencias corporales regionales se puede cuantificar la

distribución de la grasa corporal, especialmente de cintura y cadera, la misma puede ser reconocida como un indicador importante de salud y pronóstico. Las circunferencias más utilizadas son la abdominal, antebrazo, glúteo/cadera, cintura, muslo y medial de la pierna (Riebe, 2018).

## **5.2 Cambios en la composición corporal con el envejecimiento y el ejercicio:**

El IMC del adulto mayor es diferente al resto de los adultos, estas diferencias podrían estar relacionadas con los cambios en la composición corporal que se presentan con el envejecimiento. Para adulto mayor se han propuesto cortes diferentes para el IMC: obesidad  $\text{IMC} \geq 30 \text{kg/m}^2$ , sobrepeso entre 27 y  $29,9 \text{kg/m}^2$ , peso normal entre 22 y  $26,9 \text{kg/m}^2$ , peso insuficiente entre 18,5 y  $21,9 \text{kg/m}^2$  y desnutrición con valores inferiores a  $18,5 \text{kg/m}^2$  (Camina et al., 2016). La talla presenta una disminución progresiva relacionada con cambios en los cuerpos vertebrales que conlleva a cambios posturales, registrando disminuciones de 0.5 a 1.5 centímetros por década (Barrientos, 2017).

Además, se presenta una disminución de la masa muscular esquelética, mejor conocida como sarcopenia, la cual se puede acelerar por efecto de la inactividad física o ingesta inadecuada de proteínas, lo que puede llevar a pérdida de fuerza muscular y disminución de reservas proteicas (Barrientos y Leandro, 2017). Asociada a la disminución de la masa muscular, se da un incremento en la redistribución del tejido adiposo, con aumento de esta en la parte abdominal y disminución en las extremidades, este último con disminución en los pliegues entre un 20 a 40% en los adultos mayores entre los 70 y 90 años (Barrientos y Leandro, 2017). La disminución de la masa muscular con aumento del tejido adiposo se conoce como obesidad sarcopénica, La sarcopenia juega un papel principal en la patogenia de la fragilidad y el deterioro funcional que se produce con el envejecimiento (Peterson, 2011). La sarcopenia es un síndrome geriátrico, que aumenta el riesgo de caídas y fracturas, que afecta la capacidad para realizar actividades de la vida diaria; se asocia con enfermedades cardíacas y respiratorias; conduce a trastornos de la movilidad; contribuye a la disminución de la calidad de vida, la pérdida de independencia, hospitalizaciones y mayor mortalidad (Barrientos y Leandro, 2017; Cruz et al, 2019). El ejercicio, así como los PRCV podrían mejorar la sensibilidad a la insulina, el perfil lipídico con aumento del colesterol sérico de

lipoproteínas de alta y disminución de triglicéridos; así como cambios en composición corporal con disminución grasa corporal e intraabdominal (Woolf, 2008; Williams, 2013)

## **6. Resistencia aeróbica:**

La capacidad aeróbica se define como la capacidad de realizar ejercicio dinámico que involucre grandes grupos musculares, con intensidad moderada a alta por periodos prolongados de tiempo (Riebe, 2018). El mismo autor menciona que la realización de la actividad dependerá del estado funcional del sistema respiratorio, cardiovascular y motor. A lo anterior el autor agrega que la capacidad aeróbica está relacionada con la salud, de manera que baja capacidad aeróbica se asocia con un aumento en el riesgo de muerte prematura por ECV; y la alta capacidad aeróbica se asocia con niveles más altos de actividad física y mayores beneficios para la salud. Lo cual demuestra la importancia de su evaluación en los PRCV (Riebe, 2018).

En el caso del adulto mayor, en el componente capacidad funcional, intervienen el concepto de funcionalidad, la cual se define como la capacidad de realizar actividades motoras que requieren acciones musculares, finas o gruesas, y que le permiten al individuo vivir de forma independiente, por lo que es un predictor de discapacidad.

El criterio de medición de la capacidad aeróbica es el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) expresado en términos relativo al peso (ml/kg/min) y absolutos (ml/min). El consumo de oxígeno máximo está relacionado con la capacidad funcional de la persona y se define como la cantidad o volumen máximo de oxígeno que el cuerpo (a nivel celular) puede transportar y metabolizar por unidad de tiempo determinado. El  $VO_2$  máximo es el producto del gasto cardiaco y la diferencia arteriovenosa de oxígeno ( $VO_2 = Q \times D (a-vO_2)$ ), el cual puede ser determinada por la presencia de una meseta en el oxígeno entre dos cargas de trabajo de una prueba incremental. Esta meseta no se observa en personas con enfermedades crónicas, cardiovasculares o pulmonares; en ellas se utiliza el  $VO_2$  pico (López, 2006; Riebe, 2018).

El  $VO_2$  puede ser medido por vía directa, analizando el aire espirado mientras la persona realiza una prueba de ejercicio de intensidad progresiva. Cuando la medición del  $VO_2$  no es posible por

vía directas, se pueden realizar estimaciones por medio de fórmulas o ecuaciones ya analizadas por medio de correlaciones entre mediciones directas de  $\text{VO}_2$  máx y el  $\text{VO}_2$  máx obtenido con la respuesta fisiológica a un ejercicio sub máximo (López, 2006; Riebe, 2018).

### **6.1 Medición de la resistencia aeróbica:**

La prueba de esfuerzo (PE) es una evaluación clínica aplicable a la ECV (Balady y Morise, 2016); siendo útil además para el diagnóstico y progresión de la enfermedad (Williams, 2013). Las variables evaluadas durante la realización de PE con electrocardiografía incluyen: la frecuencia cardíaca máxima alcanzada, frecuencia cardíaca de aparición de la isquemia, cambios hemodinámicos al ejercicio, cambios en el electrocardiograma, consumo de oxígeno indirecto mediante la determinación METs alcanzado o fórmulas predichas, valoración del doble producto, tiempo de ejercicio y clasificaciones subjetivas y signos y síntomas. Si a esto se le incluye un analizador de gases exhalados, se estaría hablando de una ergoespirometría o prueba de ejercicio cardio pulmonar cuya variable incluye: consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ), producción de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ), pulso de oxígeno, entre otros; la gasometría arterial también puede ser realizada para una evaluación avanzada de prueba de ejercicio (Gómez, 2015; Pescatelo, 2014).

La prueba de esfuerzo bajo el protocolo de Bruce y Bruce modificado son las pruebas incrementales más utilizada por los Cardiólogos para evaluar a personas más jóvenes, físicamente activas y con alteraciones cardiovasculares. El protocolo de Bruce usa carga de trabajo incrementales relativamente grandes (2 a 3 MET por etapa) cada 3 min. El Protocolo de Bruce modificado, añade dos etapas de menor intensidad de tres minutos de duración cada una (Pescatelo, 2014). Aunque no existe una guía respecto a las pruebas o protocolos a aplicar en adulto mayor, Williams (2013), menciona que es importante contar con equipos estables a fin de evitar tropiezos, pérdida de balance y evitar lesiones. Pescatelo (2014), menciona que los protocolos de Naughton o Balke utilizan incrementos de carga más pequeños, (1 MET por etapa) por lo que son preferibles para la evaluación de personas mayores, desacondionadas y con enfermedades crónicas.

El protocolo que se elija debe tener un tiempo total que oscile entre 8 y 12 min. En la ergoespirometría se recomienda incrementos de 10 a 15 Watts/min en cicloergómetro para



personas mayores, desacondicionadas y con ECV o enfermedad pulmonar. En tapiz rodante se recomienda aumento de 1% a 3% de inclinación cada minuto, con velocidades constantes de 1.5 a 2.5 mph (2.4–4.0 kph) (Pescatelo, 2014).

López (2006), hace referencia a ecuaciones para estimar el consumo de oxígeno en poblaciones específicas. Las cuales pueden ser utilizadas a partir de una PE con electrocardiografía con el protocolo de Bruce.

- Hombres activos y sedentarios:  $VO_2 \text{ máx} = 14.76 - 1.379 \times (\text{tiempo}) + 0.451 \times (\text{tiempo})^2 - 0.012 \times (\text{tiempo})^3$  (error estándar de estimación de 3.5 ml/kg/x’).
- Mujeres sedentarias y activas:  $VO_2 \text{ máx} = 4.38 \times (\text{tiempo}) - 3.9$  (error estándar de estimación de 2.7 ml/kg/x’).
- Cardiópatas y adulto mayor:  $VO_2 \text{ máx} = 2.282 \times (\text{tiempo}) + 8.545$  (error estándar de estimación de 4.9 ml/kg/x’).

Otra forma de medir la capacidad funcional de los pacientes con enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas es por medio de la caminata de seis minutos (Chen at al., 2014; Williams, 2013), considerada como una medición alternativa de capacidad de ejercicio, cuando las pruebas de evaluación incrementales en banda o cicloergómetro no están disponibles. (Williams, 2013). La PC6M, es considerada como una prueba sub máxima, sencilla, confiable, de gran validez, fácil de aplicar, rápida y de bajo costo, que no requiere tecnología compleja, pero sí de personal entrenado (Williams, 2013); que además puede ser utilizada para determinar los cambios en la capacidad de ejercicio posterior al tratamiento de rehabilitación cardíaca después de EAC (Bellet, 2012; Chen at al., 2014).

La velocidad de la Marcha (VM) es otra técnica utilizada para evaluar la capacidad aeróbica y desempeño físico del adulto mayor; la cual tienen relación con la capacidad funcional, la sarcopenia y riesgo de caídas de esta población. La VM es una prueba rápida, que se realiza en una distancia corta, usualmente 6 metros, a ritmo de paso normal. Se aplican dos o más intentos, registrando la

velocidad más rápida calculada o el promedio de los intentos, se expresa en metros por segundo (m/s). Teniendo una velocidad de corte como indicador de sarcopenia grave de  $\leq 0,8$  m/s (Cruz et al., 2018). La velocidad de la marcha y la distancia de caminata de seis minutos muestran una capacidad de predicción de pronóstico similar para la mortalidad por todas las causas en pacientes mayores con enfermedades cardiovasculares (Kamiya et al., 2017).

## **6.2 Cambios en la resistencia aeróbica con el envejecimiento y el ejercicio:**

La literatura menciona que el  $VO_2$  disminuye 1% por año después de los 30 años, también hacen referencia a que el entrenamiento no logra prevenir su declive; sin embargo, el ejercicio aeróbico logra que el declive no se acentúe, el entrenamiento puede aumentar el  $VO_2$  del adulto mayor en 20 a 30% (Woolf, 2008). La disminución en la actividad física y edad avanzada disminuye la masa muscular y el número de mitocondrias, lo cual reduce la utilización de lípidos como fuente de energía (Rezus et al, 2020). Lo anterior sumado a una disminución de la fuerza, influye en actividades como caminar, alterando la velocidad de la marcha y el equilibrio; favoreciendo la posibilidad de caídas y fracturas (Barrientos, 2017; Cruz et al, 2019 y Moreno, 2014). La realización de ejercicio produce efectos beneficiosos, reduciendo el riesgo de cardiopatías vasculares, el costo de oxígeno del miocardio, la frecuencia cardíaca y la presión arterial a una intensidad sub máxima, con aumento del  $VO_2$  (Riebes, 2018; Woolf, 2008).

## **7. Fuerza:**

Grosser y Müller en 1989 delimitan la fuerza “como la capacidad del sistema neuromuscular de superar resistencias a través de la actividad muscular (trabajo concéntrico), de actuar en contra de las mismas (trabajo excéntrico) o bien de mantenerlas (trabajo isométrico)” (Conde, 2016).

Según la ACSM el Fitness muscular incluye fuerza muscular, resistencia y potencia. La fuerza muscular se refiere a la capacidad del músculo para ejercer una fuerza máxima en una ocasión, la resistencia muscular es la capacidad del músculo para continuar realizando sucesivos esfuerzos o repeticiones contra una carga sub máximo, y la potencia muscular es la capacidad del músculo para ejercer fuerza por unidad de tiempo (Riebes, 2018).

El mantenimiento de la fuerza muscular es de vital importancia en la persona adulta mayor, ya que ésta es utilizada para realizar sus actividades de la vida diaria y mantener la independencia. Su medición previa al inicio de cualquier programa de ejercicio ayuda a detectar debilidad de algún grupo muscular (Riebes, 2018).

### **7.1 Evaluación de la fuerza en adultos mayores:**

El tipo de prueba a seleccionar para realizar la evaluación va a depender de, el grupo de músculos, la articulación a analizar, el tipo de acción muscular, la velocidad del movimiento muscular, el tipo de equipo y rango de movimiento articular. La fuerza se puede evaluar de manera, estática (sin movimiento) o dinámica (con movimiento y cambio de longitud del musculo (Riebe, 2018). En las personas con enfermedades cardiovasculares, pulmonares y/o metabólicas, se recomienda la evaluación de repeticiones múltiples para establecer una repetición máxima (1RM). De manera que se puede hacer uso de la evaluación de 10 a 15 repeticiones máximas (RM), y también el de 5 a 10 RM, utilizando las fórmulas de Epley y Brzychi respectivamente para establecer su repetición máxima (Riebes, 2018). En el adulto mayor se utiliza la fuerza de agarre, que consiste en una evaluación estática que se ha usado para predecir la mortalidad y el estado funcional de esta población (Riebe, 2018) (Lee, 2019). La fuerza de agarre se evaluado por medio de un dinamómetro de mano y debido a su facilidad de uso se recomienda para uso rutinario en la práctica hospitalaria y en la atención médica comunitaria (Cruz et al., 2018).

Otra forma de establecer la fuerza de los adultos mayores es por medio de los componentes de fuerza de miembros inferiores y superiores del Senior Fitness. El cual es una batería de pruebas que evalúa la capacidad funcional del adulto mayor, entendida como la condición física para realizar actividades de la vida cotidiana. Entre sus variables incluye: fuerza muscular (miembros superiores e inferiores), resistencia aeróbica, flexibilidad (miembros superiores e inferiores) y movilidad (Rikli y Jones, 2001).

La variable de fuerza de miembros inferiores consiste en sentarse y levantarse de una silla la mayor cantidad de veces posibles, medido por la cantidad de repeticiones y percentil de

movimientos dinámicos en miembros inferiores lograda en 30 segundos. (Jones, Rikli, Max y Noffal, 1998). La prueba de fuerza de miembros superiores consiste en realizar la mayor cantidad de flexiones y extensiones del codo (i.e., utilizando 5 libras para mujeres y 8 libras para hombres), medido por la cantidad de repeticiones y percentil de movimientos dinámicos en miembros superiores lograda en 30 segundos (Osness, Adrian, Hoeger, Rabb y Wiswell, 1996).

## **7.2 Cambios en la fuerza muscular con el envejecimiento y el ejercicio:**

La pérdida de masa muscular afecta a la población adulta mayor, Tieland (2017), comenta que las personas mayores de 75 años tienen una pérdida de masa muscular que va de 0,64 a 0,70% por año en mujeres y de 0,80 a 0,98% por año en hombres, con reducción de hasta el 30% de la fibra tipo II del musculo vasto lateral en hombres mayores de 70 años (Woolf, 2008). Esta reducción de masa muscular produce sarcopenia entre el 13 y 24% de las personas mayores de 65 a 7 años y más del 50% de las personas mayores de 80 años de edad (Woolf, 2008). Por su parte Rezus et al. (2020), mencionan que en adultos mayores con sarcopenia las fibras musculares de tipo II son más propensas a la atrofia en comparación con las de tipo I, con predominio en los músculos posturales. La inactividad física inmovilización y reposo en cama aceleran este proceso, llevando a pérdida de 1 kg de masa muscular en 10 días, con disminución de la fuerza que oscila entre el 0,3% y el 4,2% por día. El envejecimiento también afecta el tamaño de la fibra muscular, con una reducción de las fibras tipo II, lo que provoca una disminución de la fuerza muscular y disminución en la capacidad para levantarse de una silla, levantar una carga pesada, caminar y de mantener el equilibrio, afectando su capacidad funcional en actividades de la vida diaria. (Tieland, 2017; Woolf, 2008).

El entrenamiento con ejercicios de fuerza es utilizado para generar hipertrofia muscular y mejoras en la fuerza muscular. El metaanálisis de Petterson (2011), menciona que después de un promedio de 20,5 semanas de ejercicio de fuerza, los adultos mayores ganaron 1,1 kg de masa corporal magra, mejora la fuerza de press de piernas en un 29% y en extensión de la pierna en un 33%. El metaanálisis de Straight et al. (2020) mencionan que el entrenamiento de fuerza induce la hipertrofia muscular en adultos mayores, con aumento en el tamaño de la fibra tipo I (aeróbica) y tipo II (anaeróbica), aunque el efecto se atenúa con el aumento de la edad.

## **Capítulo III METODOLOGÍA**

### **1. Fuentes de información:**

Por tratarse de un trabajo retrospectivo con datos previamente colectados, no se evaluó, midió u observó algún sujeto para obtener información, sino que los datos ya están disponibles o recolectados.

Con base en lo anterior la unidad de análisis o sujeto fuente de información de datos fue el registro médico que se encuentra en el Laboratorio de Función Pulmonar del Servicio de Terapia Respiratoria, del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología, Dr. Raúl Blanco Cervantes, los cuales correspondieron a los adultos mayores que participaron del PRCV Fase II, entre mayo 2014 y diciembre 2019.

Con relación al almacenaje de los datos y confidencialidad, los datos se extrajeron directamente de la base de datos del PRCV Fase II y fueron almacenados en la computadora del investigador principal, que utilizó un sistema de seguridad para su acceso. Sólo el investigador tuvo acceso a los datos. Los datos de cada participante fueron codificados para mantener la confidencialidad, por medio de un sistema de numeración secuencial (e.g., 001, 002...), además se removió toda información que lo pueda identificar.

#### **1.1 Criterio de inclusión:**

- Personas mayores de 65 años.
- Sin restricción de género o etnia.
- Que participaron en el programa entre mayo 2014 y diciembre 2019

#### **1.2 Criterio de exclusión:**

- Los registros de los sujetos que no completaron alguna medición de composición corporal, resistencia aeróbica o fuerza muscular, ya que la ausencia de estos datos puede comprometer el análisis final.
- Los registros de los sujetos que no completaron las 12 semanas o 24 sesiones.

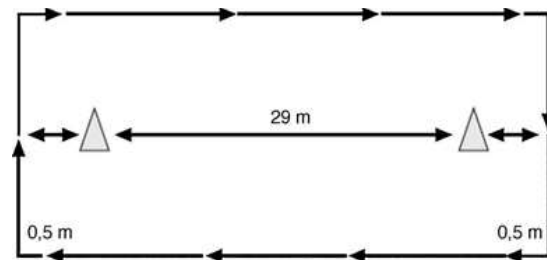
- Los grupos que hayan realizado sólo trabajo aeróbico.

## 2. Instrumentos y materiales:

El anexo 1 muestra el instrumento utilizado y aprobado por el Comité Ético Científico para la recolección de datos. En el cual se incluyen datos generales como el consecutivo, sexo y edad, así como datos específicos de las variables a estudiar

### 2.1 Caminata de seis minutos:

Esta evaluación ya había sido realizada en la Institución, los datos fueron tomados del registro del Hospital. La prueba la realizan bajo techo, sobre una superficie plana de 30 metros de largo, marcada cada tres metros. El objetivo de la prueba es que la persona camine tan rápido como le sea posible sin correr, por seis minutos (ATS, 2002; Barón, 2016; Williams, 2013). Al inicio y final de prueba se registran frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno en reposo, presión arterial y frecuencia respiratoria, así como el grado de disnea y fatiga de los miembros inferiores según la escala de Borg modificada. Durante el desarrollo de la prueba, se registra cada minuto la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno (ATS, 2002; Barón, 2016). La American Thoracic Society (ATS) establece una correlación significativa ( $r= 0.73$ ) entre la caminata de 6 minutos y el  $VO_2$  pico en pacientes con enfermedad pulmonar avanzada (ATS, 2002; Barón, 2016).



Fuente: tomado de Barón, 2016.

## **2.2 Prueba de esfuerzo con protocolo Bruce y/o Bruce modificado:**

Esta evaluación ya había sido realizada en la Institución, los datos fueron tomados del registro del Hospital. La PE con electrocardiografía se encuentra entre las más utilizadas para la evaluación de pacientes con enfermedades cardiovasculares. Es sencilla de administrar, realizar e interpretar; flexible y adaptable, además de ser fiable es relativamente económica y usualmente disponible en los Hospitales y consultas clínicas (Balady y Morise, 2016).

La prueba de Bruce y Bruce modificado es una prueba incremental, se realiza en un tapiz rodante con incremento de carga cada 3 minutos (Pescatelo, 2014). Durante su desarrollo se evalúa y registra la frecuencia cardíaca máxima alcanzada, frecuencia cardíaca de aparición de la isquemia, cambios hemodinámicos al ejercicio, cambios en el electrocardiograma, determinación de METs alcanzado, valoración del doble producto, tiempo de ejercicio y clasificaciones subjetivas y signos y síntomas (Gómez, 2015; Pescatelo, 2014).

La PE con electrocardiografía tiene una sensibilidad (capacidad de identificar positivamente a los pacientes que realmente tienen la afección) del 68% y una especificidad (capacidad de identificar correctamente a los pacientes que no tienen la alteración) del 77% con relación a cambios en el segmento ST, como indicador de isquemia miocárdica (Balady y Morise, 2016).

## **2.3 Senior Fitness Test:**

Es una batería de pruebas que evalúa la capacidad funcional del adulto mayor, entendida como la condición física para realizar actividades de la vida cotidiana. Entre sus variables incluye: fuerza muscular (miembros superiores e inferiores), resistencia aeróbica, flexibilidad (miembros superiores e inferiores) y movilidad (Rikli y Jones, 2001). Para efecto de este trabajo se utilizó solo el componente de fuerza muscular de miembros inferiores y superiores. Esta evaluación también ya había sido realizada en la Institución, por lo que sólo se tomó el registro de los datos.

La prueba de fuerza de miembros inferiores consiste en sentarse y levantarse de una silla la mayor cantidad de veces posibles, medido por la cantidad de repeticiones y movimientos

dinámicos en miembros inferiores lograda en 30 segundos. Esta prueba tiene una correlación con un goniómetro de 0.81 para mujeres y 0.76 para hombres (Jones, Rikli, Max y Noffal, 1998).

La prueba de fuerza de miembros superiores consiste en realizar la mayor cantidad de flexiones y extensiones del codo (i.e., utilizando 5 libras para mujeres y 8 libras para hombres), medido por la cantidad de repeticiones y movimientos dinámicos en miembros superiores lograda en 30 segundos. Esta prueba tiene una validez con un  $r= 0,82$  de correlación con Cybex machine arm curl performance (Osness, Adrian, Hoeger, Rabb y Wiswell, 1996).

## **2.4 Materiales:**

En este apartado se incluye los materiales y suministros aportados por el investigador:

- Papelería: Instrumento diseñado y aprobado por el Comité Ético Científico para tal fin (ver Anexo 1)
- Computadora.
- Calculadora.

Hay otros materiales que fueron utilizados por la institución en sus evaluaciones y que no fueron utilizadas para efectos de este trabajo. Lo anterior por cuanto, el mismo es observacional descriptivo, retrospectivo; sin embargo, se mencionan como referencia, los cuales incluye:

- Consentimiento informado.
- Tapiz rodante.
- Equipo de telemetría.
- Esfigmomanómetros.
- Oxímetros de pulso.
- Mancuernas con diferentes pesos.
- Sacos de arena para muñeca con diferentes pesos.



### **3. Procedimientos:**

Como parte del proceso administrativo para poder desarrollar el trabajo se debió cumplir con una serie de solicitudes y aprobaciones. Inicialmente se solicitó la aprobación de la propuesta de trabajo final de graduación por parte del Comité de Gestión Académica de la Universidad Nacional (CGA) (ver Anexo 2 y 3) y autorización de la Jefatura del Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología (HNGG), Servicio de Rehabilitación cardiovascular fase II para realizar el trabajo de tesis propuesto (ver Anexo 4); así como la autorización del Comité Ético Científico del Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología (CEC-HNGG)) para realizar el trabajo de investigación (ver Anexo 5). El trabajo está inscrito bajo el número de protocolo CCSS 01-2020.

Para el presente trabajo no se requirió consentimiento informado por cuanto se trató de trabajo observacional, descriptivo, retrospectivo, con revisión de registros médicos. Sin embargo, cabe aclarar que el Hospital cuenta con consentimiento informado por cada participante incluido en el programa institucional.

A continuación, se describen los procesos especificados que se realizaron para el desarrollo del trabajo. Ya con todas las autorizaciones al día se procedió a revisar los registros médicos. Se identificaron 241 registros médicos de los cuales se excluyeron 42 por no cumplir con criterio de selección, quedando un total de 199 registros médicos, que correspondería a 199 participantes., ver Figura 1. Se tomaron los resultados pre y post de la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular que participaron del PRCV Fase II. Los resultados de la variable resistencia aeróbica fueron tomados de la PC6M y la PE y los resultados de la variable fuerza muscular fueron tomados del Senior Fitness Test. Los datos de estas variables que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión se transcribieron en el instrumento diseñado y aprobado para tal efecto, ver Anexo 1. Los datos fueron tabulados en la computadora del investigador, a la cual sólo él tenía acceso, los datos se anonimizaron codificando a cada participante, removiendo toda información que lo pueda identificar.

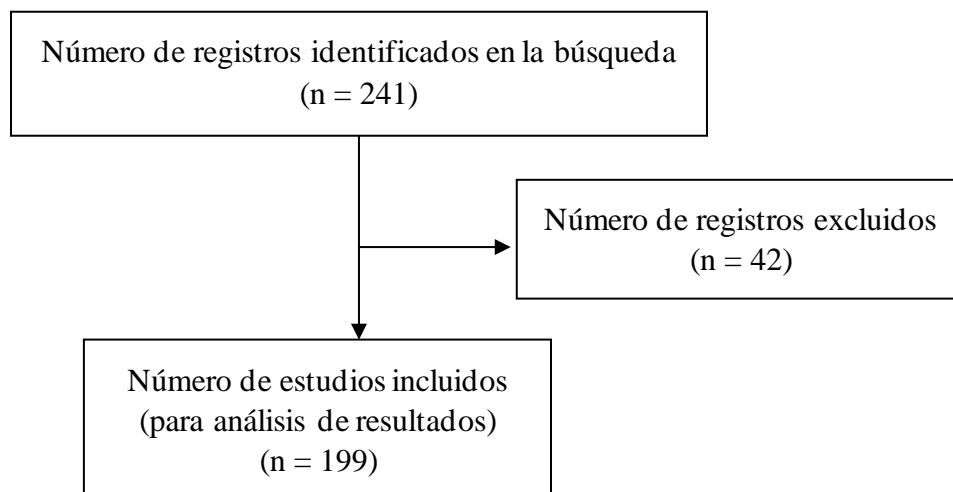


Figura 1. Diagrama de flujo sobre proceso de identificación, filtración y elección de registros utilizado para el análisis de resultados.

Con relación a la PC6M los registros médicos indican que la distancia predicha en esta prueba fue establecida con base en las ecuaciones de referencia de Enright y Sherill; la cual presenta correlación con la edad, peso y talla de  $r^2 = 0.42$  para hombres y  $r^2 = 0.38$  para mujeres Gildardo, (2008), utilizada para edades entre 40 y 80 años (Gochicoa, et al., 2015).

Ecuaciones de referencia de Enright y Sherill para establecer la distancia predicha (Gochicoa, et al., 2015).

Hombres:

$$\text{Distancia}_m = (7.57 \times \text{estatura}_{cm}) - (5.02 \times \text{edad}_{\text{años}}) - (1.76 \times \text{peso}_{kg}) - 309 \text{ m}$$

Mujeres:

$$\text{Distancia}_m = (2.11 \times \text{estatura}_{cm}) - (2.29 \times \text{peso}_{kg}) - (5.78 \times \text{edad}_{\text{años}}) + 667 \text{ m}$$

m= metro, cm= centímetro, kg= kilogramo

El porcentaje del predicho fue calculado dividiendo la distancia recorrida entre la distancia predicha.

$$\text{Porcentaje del predicho} = \text{distancia recorrida} / \text{distancia predicha} \times 100$$

El consumo de oxígeno durante la PC6M se estimó con base en la ecuación recomendada por Ross (2010), que muestra una estimación de error estándar de 3,82 ml/kg/min contra el VO<sub>2</sub> pico.

Ecuación para estimar el VO<sub>2</sub> en caminata de seis minutos (Ross, 2010)

$$\text{VO}_2 \text{ ml/kg/min} = 4,948 + (0,023 \times \text{distancia recorrida } m)$$

m= metros; error estándar 1.1 ml/kg/min

El valor de METs logrado en la PC6M se calculó según la ecuación de AACVPR (2011).

Ecuación para estimar los METs logrados en la PC6M (AACVPR, 2011)

$$\text{METs} = (\text{MET base} + \text{MET caminata}) / \text{MET base}$$

Se requiere 1 ml/kg/min de consumo de oxígeno para 10 m/min de caminata)

$$\text{MET caminata} = \text{distancia}/6/10$$

Para el desarrollo de la PE los registros indican que utilizaron los protocolos de Bruce y Bruce modificado, sin medición de consumo de oxígeno directo. Por lo que se utilizó la ecuación para cardiópata y persona adulta mayor mencionada por López (2006) que indica un error estándar de 4.9 ml/kg/min.

Ecuación estimada del VO<sub>2</sub>máx (López, 2006).

$$\text{VO}_2\text{máx ml/kg/min} = 2.282 \text{ tiempo} + 8.545$$

Los registros médicos indican que en el componente de fuerza utilizaron la prueba de repeticiones múltiples para establecer el 1RM. Con base en la evaluación 5 a 10 y/o 10 a 15 RM. Para el 5 a 10 RM utilizaron la fórmula de Brzychi y para la de 10 a 15 RM utilizaron la fórmula de Epley (Riebes, 2018).

$$\text{Brzychi 1RM} = \frac{\text{Peso levantado}}{1.0278 - 2.78 \times \text{repeticiones al fallo}}$$

$$\text{Epley 1RM} = (\text{peso levantado} \times 0.0333 \times \text{repeticiones hasta el fallo}) + \text{peso levantado}$$

### **3.1 Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II, del Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología:**

El equipo multidisciplinario está conformado por Geriatra, Fisiatra, Cardiólogo, Terapeuta Físico, Psicólogo, Nutricionista y Profesional con formación en Movimiento Humano. Los usuarios candidatos al programa son referidos mediante interconsulta al PRCV. Luego de la evaluación por Geriátrica y Fisiatría son referidos a Cardiología para realizar la PE. Ya con los resultados de la PE, examen en laboratorio y la firma del consentimiento informado, el grupo establece la estratificación de riesgo.

El programa lo desarrollan con una fase inicial educativa de dos veces por semana (martes y jueves) que incluyó temas como inducción e información inicial sobre el funcionamiento del programa, Patología, Beneficios del ejercicio, Psicología, uso de medicamentos y Nutrición. Continuaron con la fase específica de ejercicios, también de dos veces por semana, que lo distribuyeron de la siguiente manera: 4 semanas de evaluación (2 para la evaluación inicial y 2 para la evaluación final); y 12 a 16 semanas (24 a 32 sesiones) de trabajo específico, que incluyó, trabajo aeróbico y fuerza muscular (con trabajo de pesas y funcional). A continuación, en la tabla 2 a la 4 se describe la estructura del Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular, del Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología.

**Tabla 2.**

*Programa de Rehabilitación Cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular, Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología*

|            | Trabajo<br>aeróbico   | Fuerza  |   |
|------------|---|---|---|
|            |   | Pesas   | Trabajo funcional   |
| Frecuencia | 2 v/s supervisado   | 2 v/s supervisado   | 2 v/s supervisado, el día del entrenamiento   |
| Intensidad | Riesgo bajo: 50-80% VO <sub>2</sub> R estimado;<br>Riesgo moderado y alto: 40-80% VO <sub>2</sub> R estimado.<br><br>Progresión: semanal, una semana aumento 5%, otra semana aumento 5 min. | 50-70% de la evaluación.<br><br>Progresión: semanal, una semana volumen (repeticiones en 2 unidades o series en una unidad) otra semana intensidad en 5%. | 3-4/10 Borg modificada.<br><br>Progresión: de lo fácil a lo difícil, del núcleo a las extremidades, de estático a dinámico, Primero bilateral luego unilateral. |
| Tiempo     | 20-50 min, trabajo continuo, continuo variable  | Fuerza: 2-3 series 8 a 12 repeticiones.<br><br>Resistencia: 1-2 series, 15 a 20 repeticiones.<br><br>Descanso 30-120 s entre serie.                       | 10-15 min   |

|                         |   |   |   |
|-------------------------|---|---|---|
| Tipo                    | Caminadora, cicloergómetro, ergómetro de brazos y gradas. | Acondicionamiento muscular, 3-4 ejercicios de tren superior y 3-4 ejercicios del tren inferior.   | Movimientos corporales que impliquen cambio de estático a locomoción, cambios de nivel, tracción, empuje y rotación.                          |
|                         |   | Mancuernas, ligas elásticas, sacos de arena, con trabajo isotónico, movimientos concéntricos y excéntricos.                                     | Mancuernas, balones, propio cuerpo, con trabajo isotónico, movimientos concéntricos y excéntricos. Mancuerna con pesos libres, o propio peso. |
| Método de entrenamiento |   | Global (todo el cuerpo: tren superior, inferior y centro del cuerpo.<br>Entrenamiento horizontal (agrupación de series para un mismo ejercicio) | Patrones de movimiento útiles para actividades de vida diaria.  |

Abreviatura: min= minutos; RM=repeticiones máximas; s= segundo; VO<sub>2</sub>R= consumo de oxígeno reserva; v/s= veces por semana.

Elaboración propia con base en el Programa del Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología.

A continuación, se enlistan los grupos musculares y el tipo de ejercicio que realizaron los participantes en el trabajo de fuerza.

**Tabla 3.**

*Grupos musculares y lista de ejercicios realizados por los participantes del Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular*

| Grupo muscular   | Ejercicio   |
|------------------|---|
| Cuádriceps       | Sentadillas, step, estocadas, extensión de rodilla.                           |
| Isquiotibiales   | Flexión de rodillas.  |
| Gemelos y soleos | Elevación de talones.   |
| Pectorales       | Flexión de brazos contra la pared.  |
| Dorsal ancho     | Remo con mancuerna, tracción de brazos con ligas, empuje de brazos con ligas. |
| Deltoides        | Vuelo lateral (flexión de hombro), vuelo frontal (abducción de hombro).       |
| Tríceps          | Patada de burro (extensión de codo).  |
| Bíceps:          | Flexión del codo.   |

Elaboración propia con base en el en el Programa del Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología .

A continuación, se enlistan los ejercicios y movimientos que realizaron los participantes del programa en el entreno funcional.

**Tabla 4.**

*Patrones de movimientos corporales realizados por los participantes en el entreno funcional del Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular*

| Patrón de movimiento | Ejercicio         |
|----------------------|-------------------|
| Cambios de nivel:    | Hachada vertical. |

|  |   |
|--|---|
| Cambios de nivel con rotación:         | Hachada diagonal.   |
| Rotación del tronco:                   | Hachada rotatorio   |
| Tracción, empuje, rotación del tronco: | Elevación de brazos y rotación del tronco con mancuernas.     |
| Trabajo de equilibrio:                 | Con punto de apoyo realizar flexión o abducción de cadera.    |
| Trabajo de marcha y coordinación:      | Realizar caminata entre conos y/o sobre escalera de agilidad. |
| Caminata en gradas:                    | Subir y bajar grada.  |

Elaboración propia con base en el Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular.

En la gráfica 2 se presenta como estructuran la sesión de entrenamiento

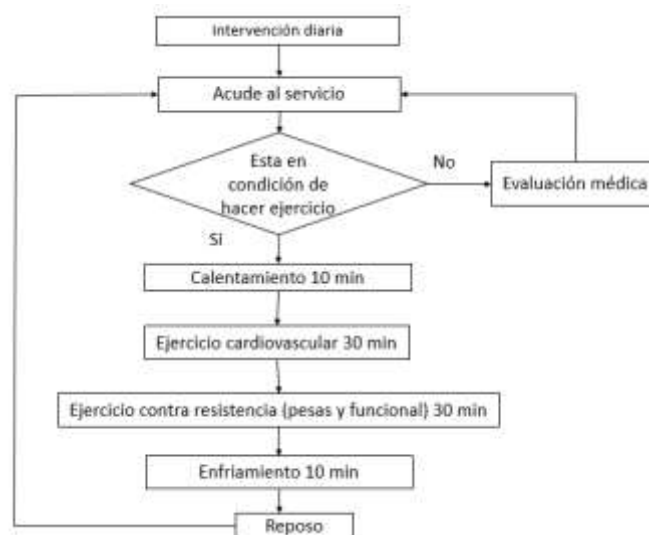


Figura 2. Estructura de la sesión de entrenamiento del Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular.

Elaboración propia con base en el Programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II para Adulto Mayor con Enfermedad Cardiovascular.



#### 4. Diseño:

Diseño mixto

Factor A: Mediciones (2 niveles: pretest y posttest para las variables dependientes composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular) → factor intra sujeto, variable independiente.

Factor B: Modalidad de entrenamiento (dos grupos: entrenamiento aeróbico más trabajo de fuerza con 24 sesiones de entrenamiento [entrenamiento combinado 24 sesiones] y entrenamiento aeróbico más trabajo de fuerza con 32 sesiones de entrenamiento [entrenamiento combinado 32 sesiones] para las variables dependientes composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular → factor entre sujetos, variable dependiente.

$G_1 O_1 X O_2$

$G_2 O_1 X O_2$

$G_1$ = Grupo 1 - Entrenamiento combinado 24 sesiones

$G_2$ = Grupo 2 - Entrenamiento combinado 32 sesiones

$O_1$ = Observación 1 – evaluación inicial de la fase II (pretest).

$O_2$ = Observación 2 – evaluación final de la fase II (posttest).

$X$ = Tratamiento – Rehabilitación cardiovascular Fase II.

#### 5. Análisis de datos:

Este es un trabajo observacional descriptivo, retrospectivo. Se realizaron pruebas de normalidad de los datos por medio de la prueba de “Kolgomorov Smirnov Test” y de homogeneidad de varianza entre grupos por medio de la prueba de “Levene”. Luego se aplicó el ANOVA mixta de dos vías, [Factor A: (2 mediciones) = medición pretest, medición posttest]; [Factor B: (2 grupos) = entrenamiento combinado 24 sesiones y entrenamiento combinado 32 sesiones]. Se realizó un ANOVA mixta para cada variable dependiente. Cuando se detectó un efecto estadísticamente significativo de interacción, se aplicó como post-hoc el análisis de efectos simples con ajuste de comparaciones múltiples de Bonferoni. Los resultados se expresan descriptivamente como promedio  $\pm$  desviación estándar, porcentaje de cambio [(postest – pretest)

/ pretest) x 100] y magnitud de cambio [postest – pretest]. El nivel de significancia fue establecido en  $p < 0.05$ . Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico “Statistical Package for the Social Sciences” (SPSS 21) para Windows.

## Capítulo IV RESULTADOS

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos del Programa de Ejercicio Combinado de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, de adultos mayores con enfermedad cardiovascular, en el periodo comprendido entre mayo 2014 y diciembre 2019.

Dentro de las patologías más frecuentes reportadas en los registros consultados se encuentran la cardiopatía isquémica, cardiopatía hipertensiva, infarto agudo de miocardio, cirugía valvular, angioplastia, insuficiencia cardíaca congestiva y enfermedad cerebro vascular.

La tabla 5 muestra las características de la población según la modalidad de entrenamiento por sexo; en la cual se muestra que la mayor cantidad de población atendida corresponde a los hombres, tendencia que se mantiene para las dos modalidades de entrenamiento.

**Tabla 5.**

*Características de la población según la modalidad de entrenamiento por sexo (n= 199)*

|                                   | Hombres    | Mujeres    | Total      |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|
|                                   | n= 121     | n= 78      | N= 199     |
| <u>Modalidad de entrenamiento</u> |            |            |            |
| Combinado 24 sesiones             | 94 (61.4%) | 59 (38.6%) | 153 (100%) |
| Combinado 32 sesiones             | 27 (58.7%) | 19 (41.3%) | 46 (100%)  |

*Nota:* Datos son presentados como valor absoluto (porcentaje).

Elaboración propia con base en los resultados.

En la tabla 6 se muestra las características de la población según la edad por modalidad de entrenamiento; en la cual observa que la edad promedio la población atendida es de 72.87 años. La edad mínima de los participantes es de 61 años y la máxima de 90 años.

**Tabla 6.***Características de la población n=199 según edad por modalidad de entrenamiento*

|             | Entrenamiento combinado<br>24 sesiones<br>n= 153 (76.9%) | Entrenamiento combinado<br>32 sesiones<br>n= 46 (23.1%) | Total<br>n= 199 (100%) |
|-------------|--|---|------------------------|
| Edad (años) | 72.23 ± 5.48   | 73.52 ± 5.69  | 72.87 ± 55.90          |

*Nota:* Datos son presentados como media y desviación estándar.

Elaboración propia con base en los resultados.

La distribución de normalidad de los datos se observa en el anexo 6. En este punto interesa conocer si los datos de las variables a analizar presentan una distribución normal o no, para lo cual se hace uso de la prueba Kolmogorov-Smirnov, lo anterior tomando en cuenta que se dispone de más de 50 casos. Se consideró que había distribución normal al obtenerse en esta prueba  $p > 0.05$ .

En el desarrollo del trabajo el primer objetivo establecido fue conocer la condición de la composición corporal inicial y final de los participantes del PRCV Fase II del Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología, Dr. Raúl Blanco Cervantes.

### 1. Composición corporal:

La tabla 7 muestra los resultados de los componentes de la variable composición corporal según modalidad de entrenamiento por medición.

**Tabla 7.***Resumen de estadística descriptiva. Efecto del programa sobre los componentes de la variable composición corporal por medición*

| Variable                 | Modalidad de<br>entrenamiento | n   | Mediciones   |              | %<br>cambio | Magnitud<br>de cambio |
|--------------------------|-------------------------------|-----|--------------|--------------|-------------|-----------------------|
|                          |                               |     | Pretest ± DE | Postest ± DE |             |                       |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | Total                         | 198 | 27.88 ± 4.06 | 27.80 ± 4.08 | -0.28       | -0.08                 |
|                          | C24                           | 152 | 27.90 ± 4.09 | 27.93 ± 4.08 | 0.10        | 0.03                  |
|                          | C32                           | 46  | 27.82 ± 4.03 | 27.38 ± 4.10 | -1.58       | -0.44                 |
| Grasa general (%)        | Total                         | 195 | 30.99 ± 9.84 | 30.51 ± 9.70 | -1.54       | -0.48                 |

|                    |       |     |               |               |       |       |
|--------------------|-------|-----|---------------|---------------|-------|-------|
|                    | C24   | 151 | 30.90 ± 10.31 | 30.68 ± 10.16 | -0.07 | -0.22 |
|                    | C32   | 44  | 31.28 ± 8.09  | 29.94 ± 7.99  | -4.28 | -1.34 |
| Grasa visceral (%) | Total | 185 | 12.87 ± 4.07  | 12.81 ± 4.08  | -0.46 | -0.06 |
|                    | C24   | 151 | 12.96 ± 4.00  | 12.94 ± 3.99  | -0.15 | -0.02 |
|                    | C32   | 34  | 12.47 ± 4.42  | 12.20 ± 4.43  | -2.16 | -0.27 |
| Porcentaje de      | Total | 185 | 29.28 ± 4.64  | 29.62 ± 4.76  | 1.16  | 0.34  |
| músculo (%)        | C24   | 151 | 29.50 ± 4.79  | 29.71 ± 4.48  | 0.71  | 0.21  |
|                    | C32   | 34  | 28.32 ± 3.82  | 29.24 ± 4.20  | 3.24  | 0.92  |

*Nota:* Datos son presentados como media y desviación estándar. Abreviatura: C24= Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= Entrenamiento combinado 32 sesiones; IMC= Índice de masa corporal.

Elaboración propia con base en los resultados.

### Tabla 8.

*Resumen de resultados de ANOVA mixto de dos vías. Efecto del programa sobre los componentes de la variable composición corporal*

| Variable                 | n   | Mediciones         |        | Grupos     |       | Interacción       |       |
|--------------------------|-----|--------------------|--------|------------|-------|-------------------|-------|
|                          |     | (Pretest, Postest) |        | (C24, C32) |       | medición x grupos |       |
|                          |     | F                  | p      | F          | p     | F                 | p     |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 198 | 9.428              | 0.002  | 0.211      | 0.647 | 11.891            | 0.001 |
| Grasa general (%)        | 195 | 17.760             | <0.001 | 0.011      | 0.915 | 9.125             | 0.003 |
| Grasa visceral (%)       | 185 | 2.069              | 0.152  | 0.637      | 0.426 | 1.689             | 0.195 |
| Músculo (%)              | 185 | 12.682             | <0.001 | 0.885      | 0.348 | 5.027             | 0.026 |

*Nota:* Datos muestran los resultados de la ANOVA mixta. Abreviatura: C24= Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= Entrenamiento combinado 32 sesiones; IMC= Índice de masa corporal.

Elaboración propia con base en los resultados.

### 1.1 IMC:

El ANOVA mixto mostró diferencias estadísticamente significativas entre mediciones (pretest y postest) (ver tabla 8), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado 24 y 32 sesiones). Sin embargo, sí se observó evidencia de interacción estadísticamente significativa entre

grupos y mediciones (ver estadísticos en tabla 8). Por tanto, ambos grupos cambiaron de forma distinta ente mediciones.

En el grupo 24 sesiones no hubo cambios estadísticamente significativos; sin embargo, sí hubo disminución significativa del combinado 32 sesiones entre las dos mediciones (pre y postest) ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y el postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 7, 8 y figura 3). Aún, cuando se observa una diferencia en la medición postest entre los grupos combinado 24 y 32 sesiones, el resultado total es pequeño para generar una diferencia entre los grupos.

En la figura 3 se observa una disminución en el índice de masa corporal de los participantes que realizaron trabajo combinado de 32 sesiones.

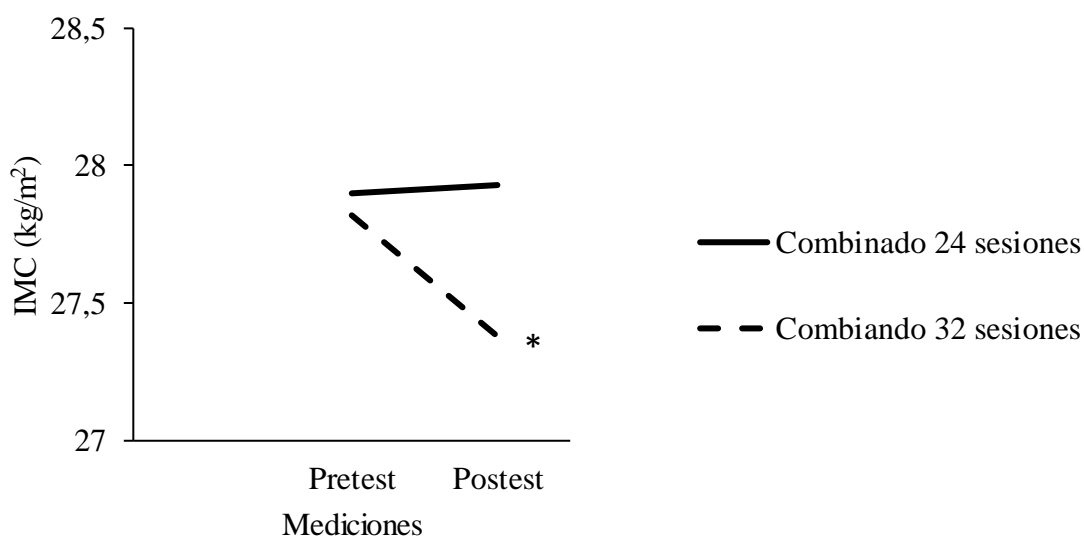


Figura 3. Comparación del índice de masa corporal de los participantes al programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.05$  en comparación con la medición pretest durante entrenamiento combinado de 32 sesiones.

## 1.2 Grasa general:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y postest (ver tabla 8), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado

24 y de 32 sesiones). Sin embargo, sí se observó evidencia de interacción estadísticamente significativa entre grupos y mediciones (ver estadísticos en tabla 8). Por tanto, ambos grupos cambiaron de forma distinta entre mediciones.

En el grupo 24 sesiones no hubo cambios estadísticamente significativos; sin embargo, sí hubo disminución significativa del combinado 32 sesiones entre las dos mediciones (pre y postest) ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y el postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 7, 8 y figura 4). Aún, cuando se observa diferencia en la medición (pre y postest) entre los grupos combinado 24 y 32 sesiones, el resultado total es pequeño para generar una diferencia entre los grupos.

En la figura 4 se observa una disminución significativa en la grasa general de los participantes que realizaron trabajo combinado de 32 sesiones.

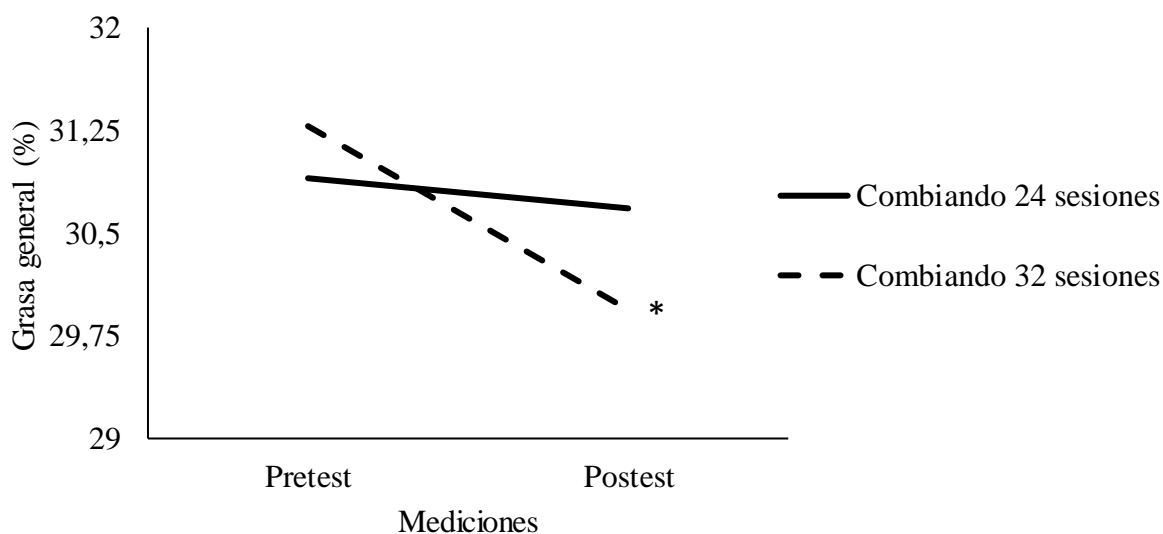


Figura 4. Comparación de la grasa general de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  en comparación con la medición pretest durante entrenamiento combinado de 32 sesiones.

### **1.3 Grasa visceral:**

El ANOVA mixto, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre las distintas mediciones (pretest y postest), ni entre grupos (combinado 24 y 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones de la componente grasa visceral de la variable composición corporal (ver tabla 8).

### **1.4 Porcentaje de músculo:**

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y postest (ver tabla 8), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado 24 y 32 sesiones). Sin embargo, sí se observó evidencia de interacción estadísticamente significativa entre grupos y mediciones (ver estadísticos en tabla 8). Por tanto, ambos grupos cambiaron de forma distinta entre mediciones.

En el grupo 24 sesiones no hubo cambios estadísticamente significativos; sin embargo, sí hubo disminución significativa del combinado 32 sesiones entre las dos mediciones (pre y postest) ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y el postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 7, 8 y figura 5). Aún, cuando se observa una diferencia en la medición (pre y postest) entre los grupos combinado 24 y 32 sesiones, el resultado total es pequeño para generar una diferencia entre los grupos.

La figura 5 muestra un aumento significativo en el porcentaje de músculo de los participantes que realizaron trabajo combinado de 32 sesiones.



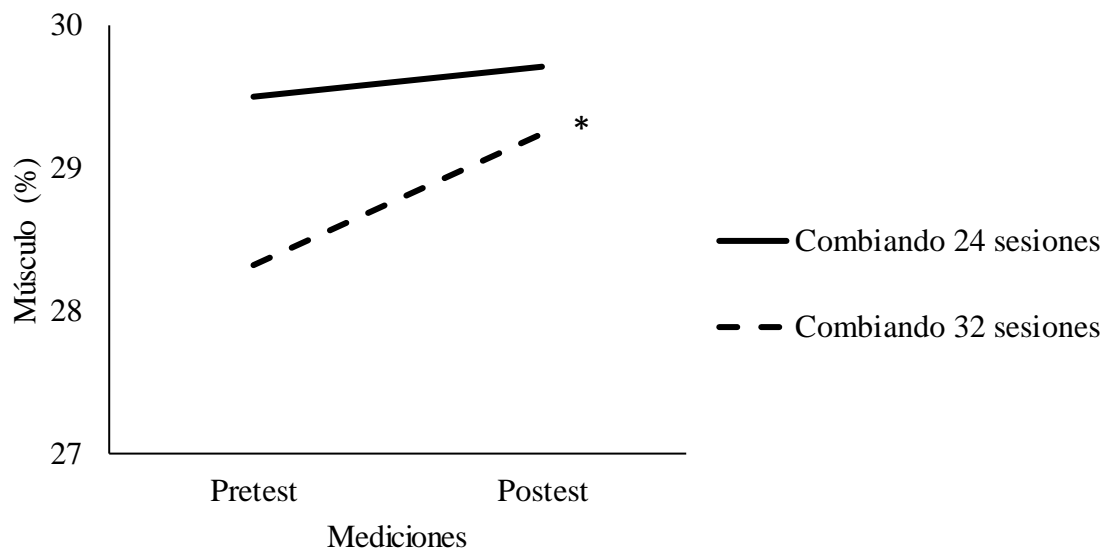


Figura 5. Comparación del porcentaje de músculo de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  en comparación con la medición pretest durante entrenamiento combinado de 32 sesiones.

El dato promedio del IMC (ver tabla 7) evidencia que los participantes se clasifican con sobre peso al inicio y al final de programa. Los resultados muestran en general mejoras en la composición corporal (salvo para la grasa visceral) entre las mediciones pretest y posttest, pero sólo para los participantes que completaron 32 sesiones, no así en los que realizaron 24 sesiones. Con base en los resultados, se acepta la hipótesis alternativa indicando que hay diferencia en la composición corporal de los adultos mayores que participaron del PRCV Fase II, pero sólo para quienes completaron 32 sesiones.

El siguiente objetivo indica describir la condición inicial y final en la resistencia aeróbica de los participantes del PRCV Fase II del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología, Dr. Raúl Blanco Cervantes; por lo que a continuación se revisarán los resultados de esta variable.

## 2. Resistencia aeróbica: Caminata seis minutos y prueba de esfuerzo.

La tabla 9 muestra los resultados de las variables de los componentes de la resistencia aeróbica medida por medio de la caminata de seis minutos y la prueba de fuerza según modalidad de entrenamiento por medición.

**Tabla 9.**

*Resumen de estadística descriptiva. Efecto del programa sobre los componentes de la variable resistencia aeróbica por medición*

| Variable                             | Modalidad de entrenamiento | n   | Mediciones         |                    | % cambio | Magnitud de cambio |
|--------------------------------------|----------------------------|-----|--------------------|--------------------|----------|--------------------|
|                                      |                            |     | Pretest $\pm$ DE   | Postest $\pm$ DE   |          |                    |
| <b>Caminata seis minutos</b>         |                            |     |                    |                    |          |                    |
| Distancia recorrida (m)              | Total                      | 198 | 377.25 $\pm$ 73.30 | 423.05 $\pm$ 64.95 | 12.14    | 45.8               |
|                                      | C24                        | 152 | 374.30 $\pm$ 74.11 | 420.98 $\pm$ 63.53 | 12.47    | 46.68              |
|                                      | C32                        | 46  | 387.00 $\pm$ 70.44 | 429.86 $\pm$ 69.72 | 11.07    | 42.86              |
| Porcentaje del predicho (%)          | Total                      | 179 | 87.06 $\pm$ 17.91  | 98.87 $\pm$ 16.32  | 13.56    | 11.81              |
|                                      | C 24                       | 139 | 85.76 $\pm$ 18.31  | 97.97 $\pm$ 16.31  | 14.23    | 12.21              |
|                                      | C32                        | 40  | 91.57 $\pm$ 15.83  | 102.00 $\pm$ 16.17 | 11.39    | 10.43              |
| VO <sub>2</sub> estimado (ml/kg/min) | Total                      | 199 | 13.62 $\pm$ 1.68   | 14.62 $\pm$ 1.64   | 7.34     | 1                  |
|                                      | C24                        | 153 | 13.55 $\pm$ 1.69   | 14.56 $\pm$ 1.65   | 7.45     | 1.01               |
|                                      | C32                        | 46  | 13.84 $\pm$ 1.62   | 14.83 $\pm$ 1.60   | 7.15     | 0.99               |
| METs logrados                        | Total                      | 199 | 2.79 $\pm$ 0.34    | 3.00 $\pm$ 0.33    | 7.52     | 0.21               |
|                                      | C24                        | 153 | 2.78 $\pm$ 0.35    | 2.99 $\pm$ 0.34    | 7.55     | 0.21               |
|                                      | C32                        | 46  | 2.83 $\pm$ 0.33    | 3.04 $\pm$ 0.33    | 7.42     | 0.21               |
| <b>Prueba de esfuerzo</b>            |                            |     |                    |                    |          |                    |
| METs alcanzado                       | Total                      | 163 | 7.02 $\pm$ 2.40    | 9.28 $\pm$ 2.22    | 32.19    | 2.26               |
|                                      | C24                        | 124 | 7.01 $\pm$ 2.21    | 9.28 $\pm$ 2.13    | 32.38    | 2.27               |
|                                      | C32                        | 39  | 7.05 $\pm$ 2.97    | 9.30 $\pm$ 2.52    | 31.91    | 2.25               |
| VO <sub>2</sub> estimado (ml/kg/min) | Total                      | 161 | 21.40 $\pm$ 6.24   | 26.89 $\pm$ 5.30   | 25.65    | 5.49               |
|                                      | C24                        | 124 | 21.41 $\pm$ 6.00   | 26.90 $\pm$ 5.00   | 25.64    | 5.49               |
|                                      | C32                        | 37  | 21.36 $\pm$ 7.07   | 26.86 $\pm$ 6.27   | 25.74    | 5.5                |

*Nota:* Datos son presentados como media y desviación estándar. Abreviatura: C24= Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= entrenamiento combinado 32 sesiones; METs= Equivalente metabólico; VO<sub>2</sub>= Consumo de oxígeno. Elaboración propia con base en los resultados.

**Tabla 10.**

*Resumen de resultados de ANOVA mixto de dos vías. Efecto del programa sobre los componentes de la resistencia aeróbica*

| Variable                             | n   | Mediciones<br>(Pretest, Postest) |        | Grupos<br>(C24, C32) |       | Interacción<br>medición x grupos |       |
|--------------------------------------|-----|----------------------------------|--------|----------------------|-------|----------------------------------|-------|
|                                      |     | F                                | p      | F                    | p     | F                                | p     |
| <b>Caminata seis minutos</b>         |     |                                  |        |                      |       |                                  |       |
| Distancia recorrida (m)              | 198 | 142.677                          | <0.001 | 0.956                | 0.330 | 0.259                            | 0.611 |
| Porcentaje del predicho (%)          | 179 | 91.569                           | <0.001 | 3.033                | 0.083 | 0.564                            | 0.453 |
| VO <sub>2</sub> estimado (ml/kg/min) | 199 | 92.032                           | <0.001 | 1.160                | 0.283 | 0.013                            | 0.910 |
| METs logrados                        | 199 | 92.052                           | <0.001 | 1.177                | 0.279 | 0.018                            | 0.894 |
| <b>Prueba de esfuerzo</b>            |     |                                  |        |                      |       |                                  |       |
| METs alcanzado                       | 163 | 184.590                          | <0.001 | 0.004                | 0.950 | 0.003                            | 0.958 |
| VO <sub>2</sub> estimado (ml/kg/min) | 161 | 133.895                          | <0.001 | 0.002                | 0.960 | 0.000                            | 1.000 |

*Nota:* Datos muestran los resultados de la ANOVA mixta. Abreviatura: C24= Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= Entrenamiento combinado 32 sesiones; IMC= Índice de masa corporal.

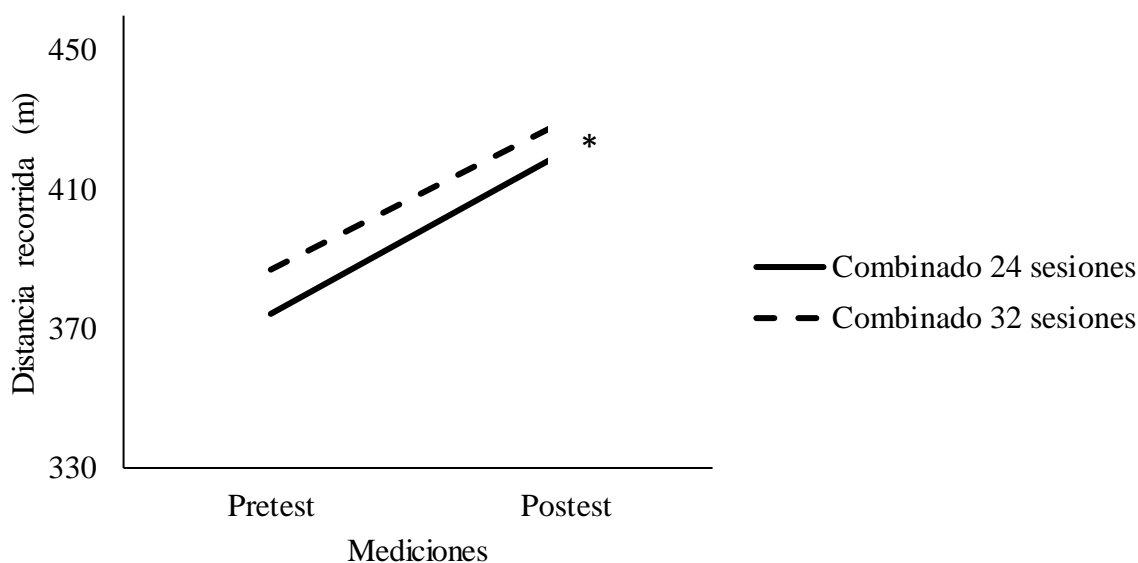
Elaboración propia con base en los resultados.

## **2.1 Distancia recorrida en la caminata seis minutos:**

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y postest (ver tabla 10), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 10).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando la distancia promedio recorrida entre pre y postest, este efecto fue igual para los dos grupos con ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 9, 10 y figura 6). En la figura 6 se observa un aumento en la distancia recorrida de la caminata de seis minutos de ambas

modalidades de entrenamiento, los cambios en la medición (pre y postest) entre los grupos combinado 24 y 32 sesiones son muy pequeños, por lo que se establece que no hay cambio entre los grupos.



*Figura 6.* Comparación de la distancia recorrida en la caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

## 2.2 Porcentaje del predicho en la caminata seis minutos:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y postest (ver tabla 10), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 10).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando el porcentaje del predicho entre pre y postest, este efecto fue igual para los dos grupos con ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 9, 10 y figura 7). La figura 7 muestra un aumento en el porcentaje del predicho de la caminata de seis minutos de ambas modalidades de entrenamiento, los cambios en la medición (pre y postest) entre los grupos combinado 24 y 32 sesiones son muy pequeños, por lo que se establece que no hay cambio entre los grupos.

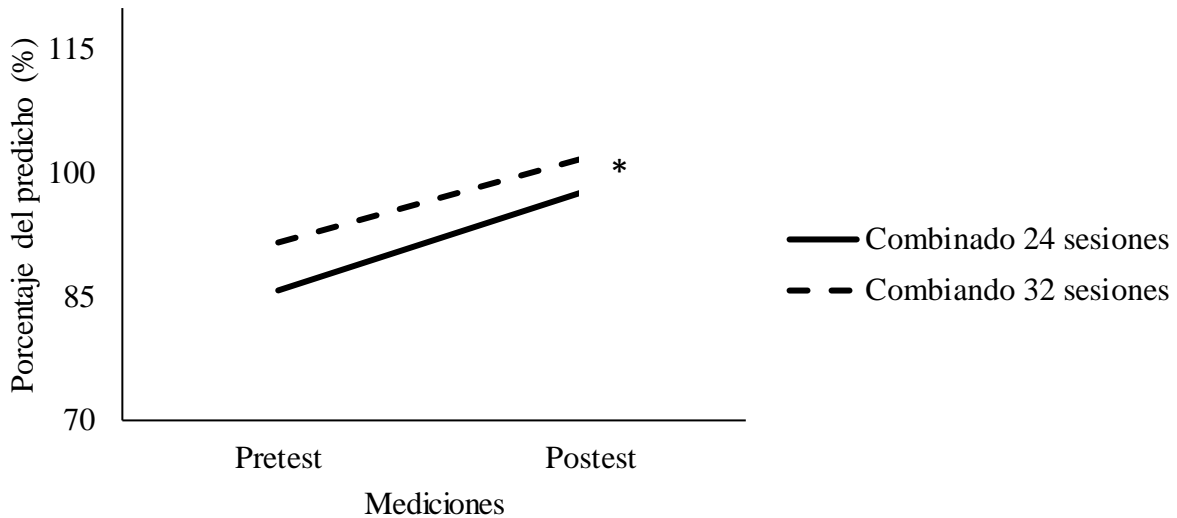


Figura 7. Comparación del porcentaje del predicho de caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y posttest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

### 2.3 Consumo de oxígeno estimado en la caminata seis minutos:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y posttest (ver tabla 10), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 10).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando el consumo de oxígeno entre pre y posttest, este efecto fue igual para los dos grupos con ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y posttest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 9, 10 y figura 8). La figura 8 muestra un aumento en el consumo de oxígeno de la caminata de seis minutos de ambas modalidades de entrenamiento, los cambios en la medición (pre y posttest) entre los grupos combinado 24 y 32 sesiones son muy pequeños, por lo que se establece que no hay cambio entre los grupos.

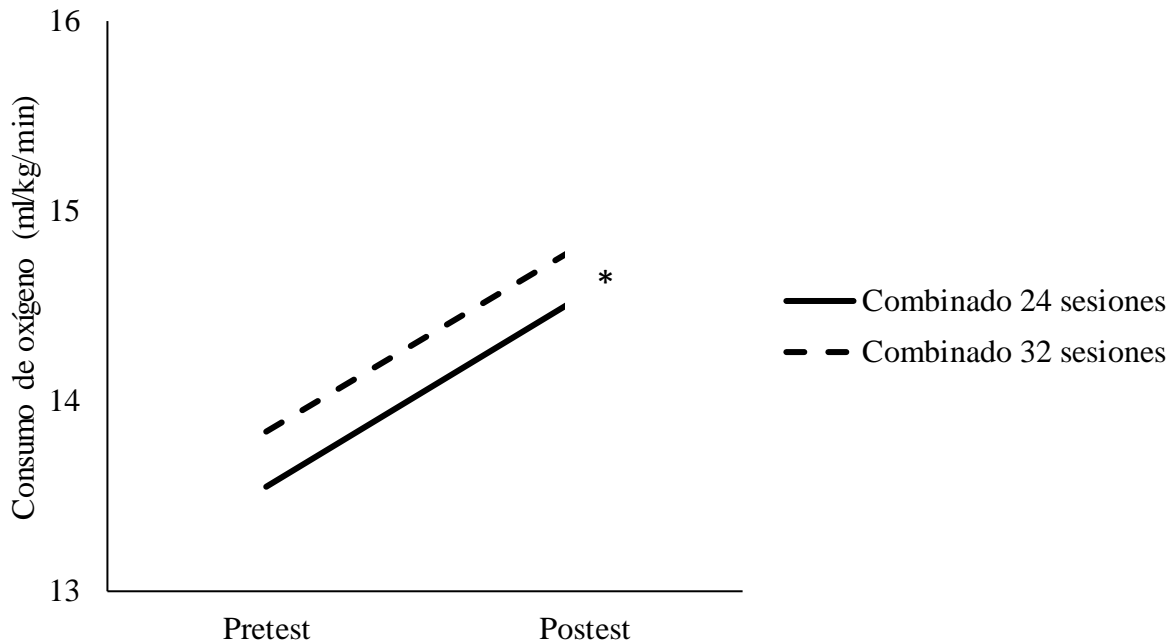
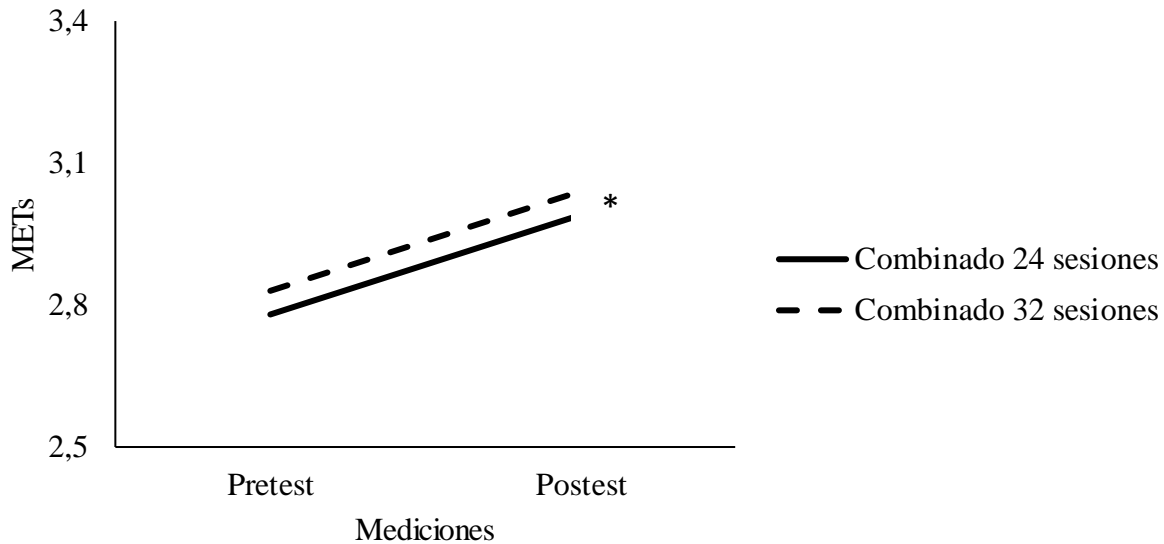


Figura 8. Comparación del consumo de oxígeno de la caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

#### 2.4 METs logrados en la caminata seis minutos:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y postest) (ver tabla 10), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 10).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando los METs logrados entre pre y postest, este efecto fue igual para los dos grupos con ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 9, 10 y figura 9). La figura 9 muestra un aumento en los METs de la caminata de seis minutos de ambas modalidades de entrenamiento, los cambios en la medición (pre y postest) entre los grupos combinado 24 y 32 sesiones son muy pequeños, por lo que se establece que no hay cambio entre los grupos.

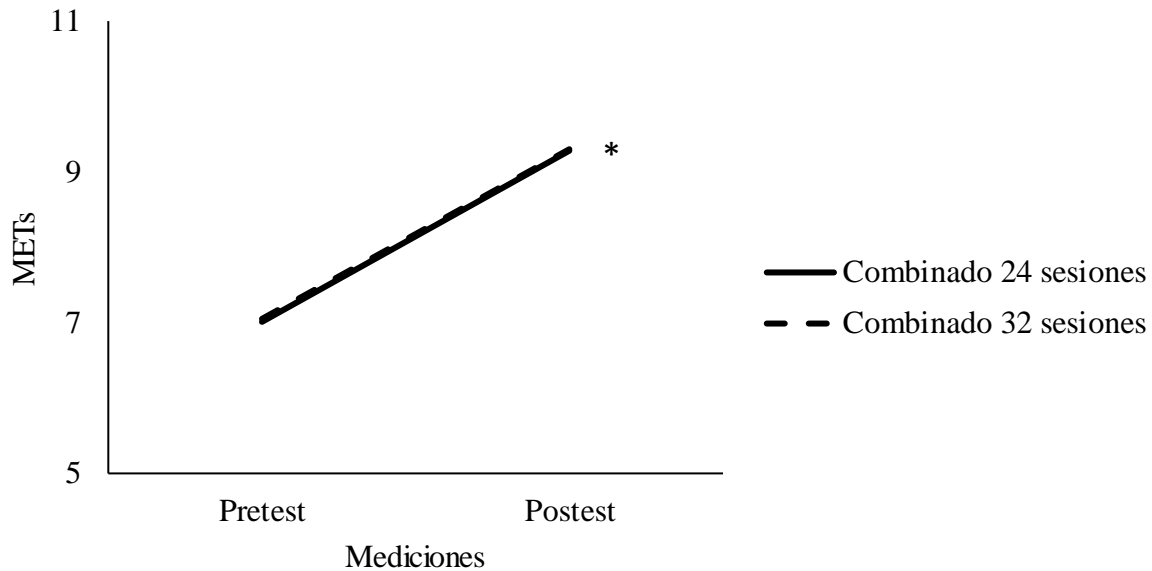


*Figura 9.* Comparación de los METs de la caminata de seis minutos de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

## 2.5 METs alcanzados en la prueba de esfuerzo:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y postest (ver tabla 10), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 10).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando los METs alcanzados entre pre y postest, este efecto fue igual para los dos grupos con ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 9, 10 y figura 10). En la figura 10 se observa un aumento en los METs alcanzado de la PE de ambas modalidades de entrenamiento, sin haber diferencia entre ellas.



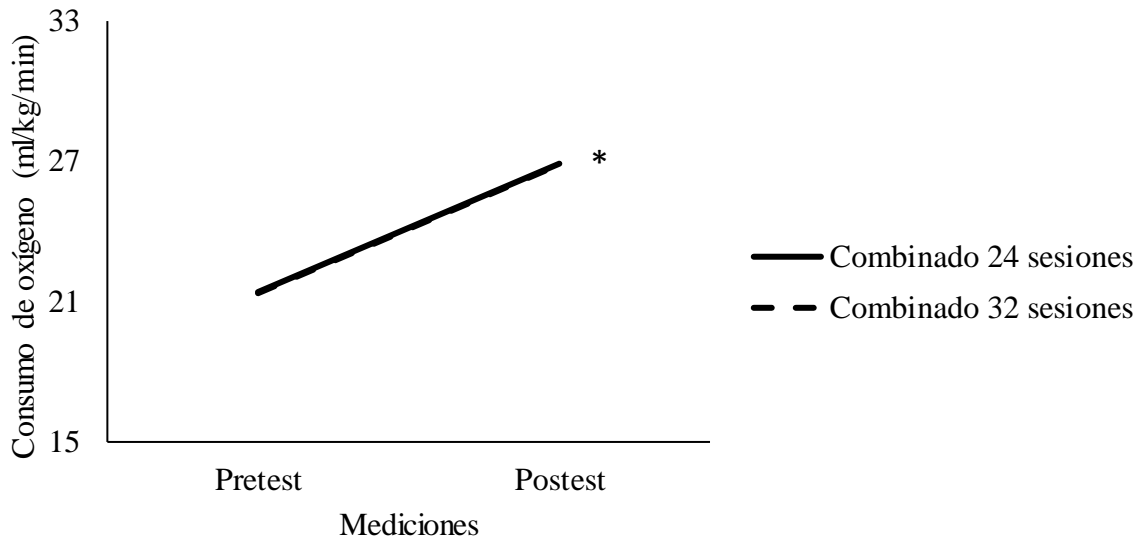
*Figura 10.* Comparación de los METs alcanzado de la PE de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y posttest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

## 2.6 Consumo de oxígeno estimado en la prueba de esfuerzo:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y posttest (ver tabla 10), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 10).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando el consumo de oxígeno estimado entre pre y posttest, este efecto fue igual para los dos grupos con ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y posttest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 9, 10 y figura 11). La figura 11 muestra un aumento en el consumo de oxígeno de la PE de ambas modalidades de entrenamiento, sin haber diferencia entre ellas.





*Figura 11.* Comparación del consumo de oxígeno estimado de la PE de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

Los resultados muestran diferencias significativas entre las distintas mediciones (pretest y postest), en la distancia recorrida, porcentaje del predicho,  $VO_2$  estimado, METs logrados de la PC6M, así como en los METs alcanzado y  $VO_2$  estimado de la prueba de esfuerzo, evidenciando mejora en la resistencia aeróbica. También se observa evidencia de mejora estadísticamente significativa en los participantes que completaron 24 y 32 sesiones. Con base en los resultados, se acepta la hipótesis alternativa indicando que hay diferencia en la resistencia aeróbica de los adultos mayores que participaron del PRCV Fase II.

El siguiente objetivo indica describir la condición inicial y final en la fuerza muscular de los participantes del PRCV Fase II del Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología, Dr. Raúl Blanco Cervantes, por lo que a continuación se revisarán los resultados de esta variable.

### **3. Fuerza muscular:**

La tabla 11 muestra los resultados de las variables de los componentes de la fuerza muscular según modalidad de entrenamiento por medición.

**Tabla 11.**

*Resumen de estadística descriptiva. Efecto del programa sobre los componentes de la variable fuerza por medición*

| Variable | Modalidad de entrenamiento | n   | Mediciones    |               | % cambio | Magnitud de cambio |
|----------|----------------------------|-----|---------------|---------------|----------|--------------------|
|          |                            |     | (Pre ± DE)    | (Post ± DE)   |          |                    |
| MIR      | Total                      | 196 | 11.23 ± 2.53  | 13.69 ± 2.51  | 21.90    | 2.46               |
|          | C24                        | 150 | 11.22 ± 2.40  | 13.69 ± 2.31  | 22.01    | 2.47               |
|          | C32                        | 46  | 11.20 ± 2.93  | 13.69 ± 3.12  | 22.23    | 2.49               |
| MSR      | Total                      | 198 | 12.53 ± 3.27  | 15.77 ± 3.12  | 25.85    | 3.24               |
|          | C24                        | 152 | 12.36 ± 3.25  | 15.80 ± 3.04  | 27.83    | 3.44               |
|          | C32                        | 46  | 13.10 ± 3.31  | 15.65 ± 3.40  | 19.46    | 2.55               |
| MIP      | Total                      | 196 | 29.83 ± 17.05 | 48.71 ± 20.42 | 63.29    | 18.88              |
|          | C24                        | 150 | 29.48 ± 17.44 | 48.69 ± 20.15 | 65.16    | 19.21              |
|          | C32                        | 46  | 30.97 ± 15.81 | 48.78 ± 21.15 | 57.50    | 17.81              |
| MSP      | Total                      | 198 | 26.41 ± 17.47 | 47.89 ± 22.14 | 81.33    | 21.48              |
|          | C24                        | 152 | 25.05 ± 16.45 | 47.97 ± 21.90 | 91.49    | 22.92              |
|          | C32                        | 46  | 30.91 ± 20.01 | 47.63 ± 23.16 | 54.09    | 16.72              |

*Nota:* Datos son presentados como media y desviación estándar. Abreviatura: C24= Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= entrenamiento combinado 32 sesiones; MIP= Miembros inferiores percentil; MIR= miembros inferiores repeticiones; MSP= Miembros superiores percentil; MSR= Miembros superiores repeticiones.

Elaboración propia con base en los resultados

**Tabla 12.**

*Resumen de resultados de ANOVA mixto de dos vías. Efecto del programa sobre los componentes de la variable fuerza por medición*

| Variable | n   | Mediciones       |        | Grupos   |       | Interacción medición x grupos |       |
|----------|-----|------------------|--------|----------|-------|-------------------------------|-------|
|          |     | Pretest, Postest |        | C24, C32 |       |                               |       |
|          |     | F                | p      | F        | p     | F                             | p     |
| MIR      | 196 | 205.444          | <0.001 | 0.002    | 0.963 | 0.009                         | 0.926 |
| MSR      | 198 | 170.261          | <0.001 | 0.367    | 0.546 | 3.876                         | 0.050 |
| MIP      | 196 | 192.433          | <0.001 | 0.075    | 0.784 | 0.276                         | 0.600 |

|     |     |         |        |       |       |       |       |
|-----|-----|---------|--------|-------|-------|-------|-------|
| MSP | 198 | 146.180 | <0.001 | 0.888 | 0.347 | 3.574 | 0.060 |
|-----|-----|---------|--------|-------|-------|-------|-------|

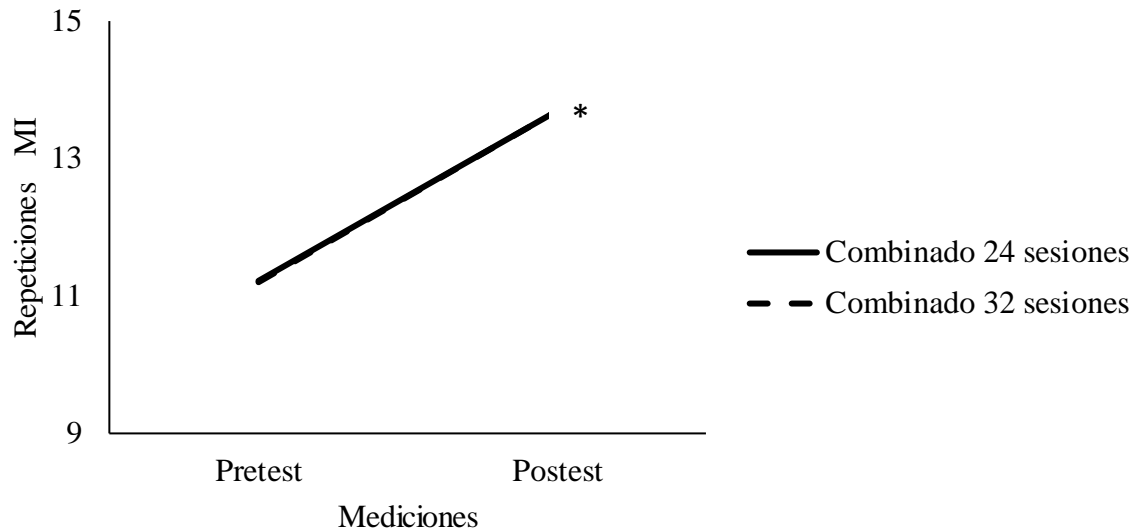
*Nota:* Datos muestran los resultados de la ANOVA mixta. Abreviatura: C24=Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= Entrenamiento combinado 32 sesiones; IMC= Índice de masa corporal; MIP= Miembros inferiores percentil; MIR= miembros inferiores repeticiones; MSP= Miembros superiores percentil; MSR= Miembros superiores repeticiones

Elaboración propia con base en los resultados.

### **3.1 Miembros inferiores repeticiones:**

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y posttest (ver tabla 12), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y combinado de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 12).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando la cantidad de repeticiones en miembros inferiores ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y posttest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 11, 12 y figura 12). En la figura 12 se observa un aumento en la cantidad de repeticiones de miembros inferiores durante el programa en ambas modalidades de entrenamiento, sin haber diferencia entre ellas.



*Figura 12.* Comparación de las repeticiones de miembros inferiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

### 3.2 Miembros superiores repeticiones.

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y postest (ver tabla 12), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 12).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando la cantidad de repeticiones en miembros superiores ( $p < 0.001$ ). Además, se encontró que en el pretest y postest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 11, 12 y figura 13). La figura 13 muestra un aumento en la cantidad de repeticiones de miembros superiores durante el programa en ambas modalidades de entrenamiento, sin haber diferencia entre ellas.

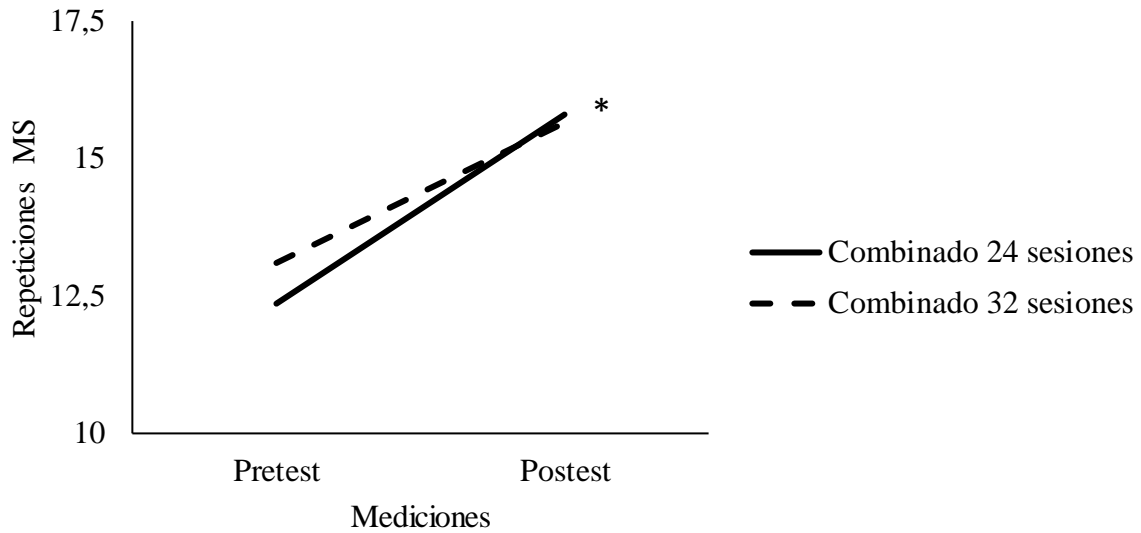
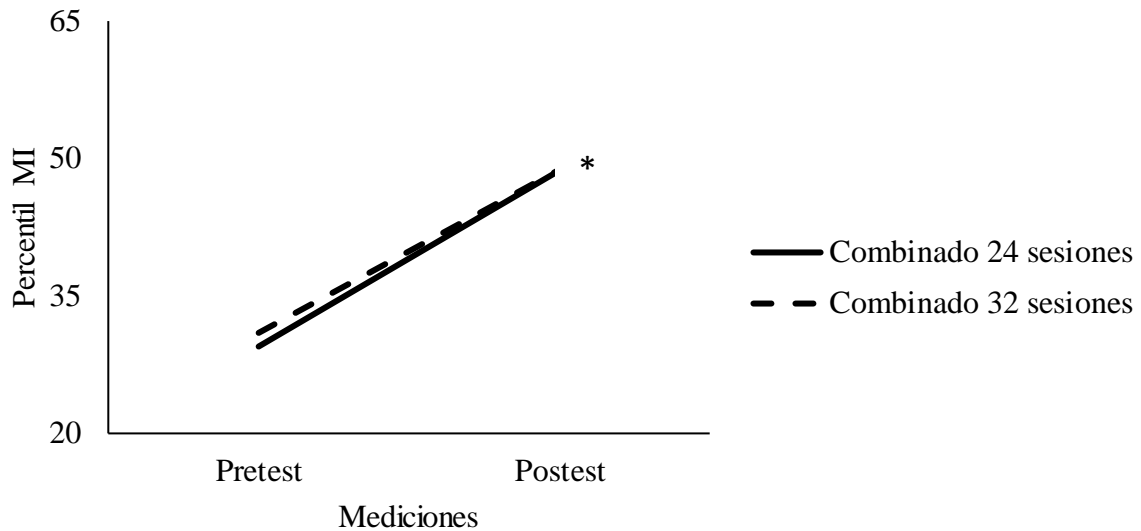


Figura 13. Comparación de las repeticiones de miembros superiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y posttest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

### 3.3 Miembros inferiores percentil:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y posttest) (ver tabla 12), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 12).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando el percentil de miembros inferiores ( $p < 0.001$ ). Además, se encontraron que en el pretest y posttest no hay diferencia entre los grupos (ver tablas 11, 12 y figura 14). En la figura 14 se observa un aumento en el percentil de miembros inferiores durante el programa en ambas modalidades de entrenamiento, sin haber diferencia entre ellas.

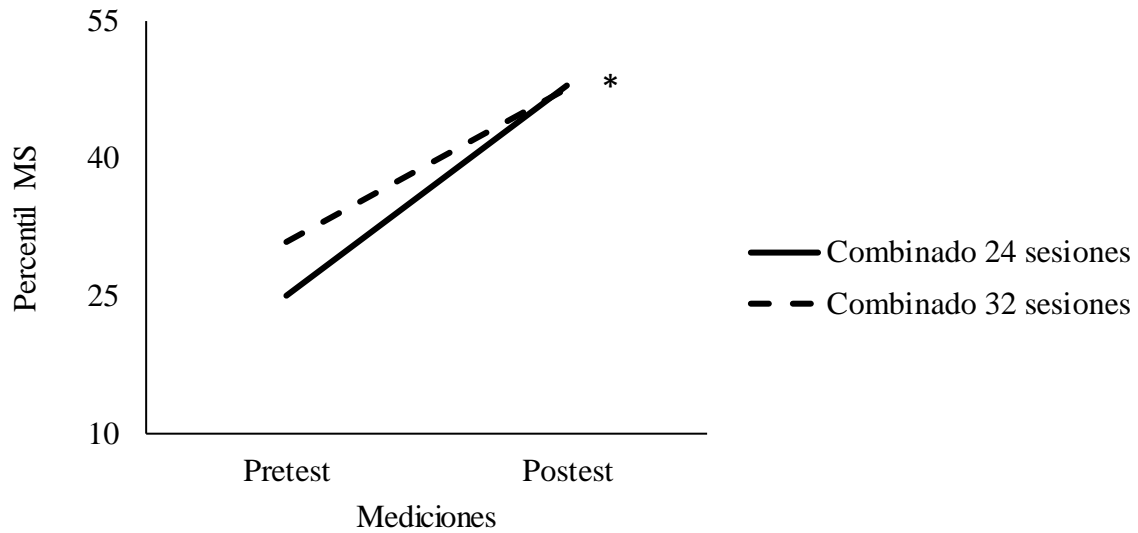


*Figura 14.* Comparación del percentil de miembros inferiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y postest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

### 3.4 Miembros superiores percentil:

El ANOVA mixto, mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y postest) (ver tabla 12), no así entre los promedios generales de ambos grupos (combinado de 24 y de 32 sesiones), tampoco en la interacción entre grupos y mediciones (ver tabla 12).

Ambos grupos (24 y 32 sesiones) mejoraron, aumentando el percentil de miembros superiores ( $p < 0.001$ ). además, se encontró que en el pretest y postest no hay diferencia entre los grupos (ver tabla 11, 12 y figura 15). La figura 15 muestra un aumento en el percentil de miembros superiores durante el programa en ambas modalidades de entrenamiento, sin haber diferencia entre ellas.



*Figura 15.* Comparación del percentil de miembros superiores de los participantes al Programa por medición y modalidad de entrenamiento. Abreviaturas: \* =  $p < 0.001$  entre pre y posttest en ambos grupos (no hay interacción entre grupos y mediciones).

Los resultados muestran diferencias significativas entre las distintas mediciones (pretest y posttest), en la MIR, MSR, MIP, MSP, evidenciando mejora en la fuerza muscular. También se observa evidencia de mejora estadísticamente significativa en los participantes que completaron 24 y 32 sesiones. Con base en los resultados, se acepta la hipótesis alternativa indicando que hay diferencia en la fuerza muscular de los adultos mayores que participaron del PRCV Fase II.

## Capítulo V

### DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo identificar el efecto de un Programa de Ejercicio Combinado de Rehabilitación Cardiovascular Fase II, en personas adultas mayores con enfermedad cardiovascular se analizó su efecto sobre la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular. El cual demostró que hay diferencias significativas en el comportamiento de estas variables, aceptando entonces la hipótesis alternativa.

En el envejecimiento se presenta un decline paulatino de la funcionalidad de los órganos y sistemas que llevan a disminución en la reserva funcional que afecta tanto a hombre como mujeres, reduciendo la capacidad funcional, la fuerza, la flexibilidad, así como otras cualidades físicas. Con el aumento de la edad se reducen las diferencias genéticas y biológicas (Zaragoza, 2004). En este mismo trabajo se observa como la disminución de la fuerza y la flexibilidad fueron más marcadas en hombres que en mujeres y que el consumo de oxígeno disminuye tanto en hombres como en mujeres, pero que luego de los 60 años la diferencia entre género para estas variables no fue tan marcadas (Zaragoza, 2004).

Por lo anterior, la comparación de las diferencias entre género no fue uno de los objetivo del trabajo original; sin embargo, este podría ser un factor interesante de examinar a futuro. Importante de mencionar, que hay estudios donde se obvia el género al igual que se hizo en el presente trabajo, tal es el caso del metaanálisis de Bourscheid et al. (2021) que tenía como objetivo conocer el efecto de diferentes modalidades de entrenamiento físico sobre el consumo máximo de oxígeno en pacientes post-infarto de miocardio, el mismo incluyó trabajos en el que no se describió el sexo de la muestra incluida. Aun así y de forma complementaria se realizó análisis de varianza de tres vías, en el que se incluyó dentro del modelo el factor género como una tercera variable independiente; y se logró identificar que, de las catorce variables independientes, solamente en dos de ellas hubo una interacción que fue relevante, donde se tenía una interacción estadísticamente significativa entre mediciones por tipo de intervención por género (ver tabla 14, anexo 7). Lo cual evidencia que para las variables (grasa visceral y cantidad de repeticiones de miembros inferiores) hay una influencia del sexo que podría explicar los resultados; recalando que tanto hombre como mujeres mejoraron.



En el caso de la grasa visceral, la interacción se explica por una mejora en el entrenamiento de 32 sesiones a favor de los hombres entre las mediciones pretest y posttest ( $p < 0.05$ ) (ver figura 16, anexo 8); es decir, hubo una disminución mayor en la grasa visceral de los hombres que realizaron 32 sesiones respecto de las mujeres. En el caso de la variable repeticiones de miembros inferiores, se evidenció mejora en la cantidad de repeticiones en el tipo de intervención de 32 sesiones ( $p < 0.05$ ) (ver figura 17, anexo 8) siendo mayor la cantidad de repeticiones que lograron las mujeres respecto de los hombres.

Lo anterior justificaría la importancia de que en futuros estudios se considere examinar estas diferencias de género en relación con resultados de tratamientos similares, tratando de examinar algunos factores que podrían explicar más allá de la mera diferencia biológica de masculino versus femenino entre los sujetos. Podría haber una serie de factores psicosociales que están estrechamente relacionados con estas diferencias biológicas y que pueden repercutir en la condición física de los participantes, lo cual podría explicar las diferencias que mostraron los hombres en las distintas variables dependientes incluso en las que no se tuvo efecto de interacción donde había una ventaja de los hombres con respecto a las mujeres.

Regresando a las variables de este trabajo y considerando la composición corporal, los resultados indican que los participantes se clasifican con sobrepeso al inicio y al final del programa; además de la presencia de sarcopenia. Aun así, se observa mejora en la composición corporal, en sus componentes de IMC, porcentaje de grasa general y porcentaje de músculo, no así en la grasa visceral; los cambios fueron más representativos en el grupo de personas que realiza mayor cantidad de sesiones, específicamente 32 sesiones. El aumento en la cantidad de sesiones requiere mayor consumo energético, lo cual podría explicar el cambio significativo encontrado en este grupo, evidenciado por la mejora en el IMC y el porcentaje de grasa con porcentajes de cambios de 0.28 y -1.54 respectivamente. La mejora en el IMC se puede deber a la disminución del peso corporal, lo cual tendría relación con la disminución del porcentaje de grasa general, evidenciado en los resultados con una disminución del 0.28% en esta variable. A lo anterior se agrega que el ejercicio programado, estructurado y progresivo reduce los niveles de cortisol, mejora los niveles de testosterona tanto en hombres como en mujeres de edad avanzada, generando

beneficios que van más allá de la esteroidogénesis como la pérdida de peso, regeneración de masa muscular y la prevención de la sarcopenia (Zouhal et al., 2021). La mejora en la composición corporal también se puede deber a que el ejercicio estimula la acción del músculo esquelético, mejorando la absorción y metabolismo de la glucosa, así como la oxidación mitocondrial (Zouhal et al., 2021), mejorando la utilización de grasas como fuente energética, contribuyendo adicionalmente a la mejora en la salud cardiovascular.

Los resultados también muestran un aumento promedio de 1.16% en el porcentaje de músculo, lo cual coincide con Jiménez (2019), quien reporta un aumento promedio en la masa magra total de 1,76% posterior a un PRCV, a favor de los pacientes que realizaron entrenamiento aeróbico combinado con entrenamiento de fuerza. Datos que coinciden con el metaanálisis de Zhang et al. 2021, que reporta que el trabajo de fuerza mejora significativamente la fuerza muscular del adulto de edad avanzada con incremento del porcentaje de músculo, concluyendo que el ejercicio es una terapia beneficiosa con beneficio protectores para los adultos mayores con sarcopenia. El trabajo de fuerza como complemento al entrenamiento aeróbico podría explicar el aumento en el porcentaje de músculo, que al final quedó evidenciado por aumento de la fuerza tanto de miembros inferiores como superiores. El aumento en el porcentaje de músculo se puede deber a que el entrenamiento de fuerza estimula la hipertrofia sarcomérica, que conlleva al aumento de fibras tipo II (López, 2006) Sin embargo, hay que ser cauteloso con los resultados de la composición corporal, en el sentido de que no hubo un control sobre el estado nutricional de los participantes.

Sobre la resistencia aeróbica, en los resultados se observa variación promedio en la distancia recorrida en la PC6M de 45.8 metros, lo cual es superior a los 27.21 metros reportados por Chen et al. (2014), en pacientes con EAC que también realizaron entrenamiento combinado; el resultado también es superior a las diferencias clínicamente significativas de 25 metros en personas con EAC reportadas por Gremeaux (2011). La mejora de 32% en el  $VO_2$  de la PE del presente trabajo coincide con lo reportado por López, 2006, quien menciona que los pacientes luego de un programa de rehabilitación 12 semanas mejoran esta variable entre 10 a 30%. Adicionalmente los resultados indican mejora promedio en el  $VO_2$  de 5.49 ml/kg/min, lo cual también es superior a los 0.61 ml/kg/min, 2.9 ml/kg/min y 0.61 ml/kg/min reportados en los metaanálisis de Chen et al. (2014), Gomes et al. (2019) y Xanthos et, al. (2016) respectivamente, todas a favor del grupo de

entrenamiento aeróbico y de fuerza combinado. Los resultados también concuerdan con el metaanálisis de Zhang et al. (2021) quien reporta que el ejercicio físico produce mejoras en el rendimiento físico de adultos mayores con sarcopenia, con mejoras en la prueba ponerse de pie y caminar (TUG, por sus siglas en inglés) de 0,74 m/s, y en la velocidad de la marcha de 0,59 m/s en comparación con el grupo de control. Los también muestran que si las sesiones de ejercicio se ubican entre 24 y 32 producirán mejoras en la resistencia aeróbica.

Se sabe poco sobre los efectos de un programa combinado de fuerza y resistencia aeróbica en personas adultas mayores (López, 2006). Aun así, la literatura también reporta que el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia aeróbica de dos días a la semana aplicado a personas adultas mayores o previamente no entrenadas producen incrementos en fuerza, masa muscular y capacidad aeróbica (López, 2006). La mejora en la distancia recorrida,  $VO_2$  y METs en la PC6M; así como los obtenidos en los METs y  $VO_2$  de la PE del presente trabajo, se pueden deber a que el ejercicio físico en el que intervienen grandes grupos musculares con trabajos de intensidad moderada, produce adaptaciones a nivel central y periférico con mejora en la extracción, transporte y utilización del oxígeno del tejido activo, aumento en la proporción de fibras tipo I, aumento en la proporción capilar/fibra, en número y volumen de mitocondrias y mejora en la capacidad oxidativa, lo que directamente se manifiestan con incremento del  $VO_2$  o capacidad funcional (AACVPR, 2006; López, 2006; Riebes, 2018). Otro punto que podría explicar las mejoras en la resistencia aeróbica es que durante el ejercicio y con cargas mayores al 40% del  $VO_2$  máximo, el organismo trata de garantizar la mayor eficiencia de trabajo muscular mediante la activación y reclutamiento de fibras de mayor a menor eficiencia metabólica, iniciando con las fibras tipo I, pasando por la IIA y finalizando con las IIX. (Rabinovich, 2021), lo que estimularía el incremento de fibras tipo I, mejorando la resistencia aeróbica. Sin embargo, hay que ser cauteloso en el sentido de que estos estudios obtuvieron el consumo de oxígeno de manera directa con medición de gases exhalados, en tanto que el presente trabajo estimó el  $VO_2$  por métodos indirectos; aun así, los resultados coinciden con el aumento del  $VO_2$ .

Con relación a la fuerza, en los resultados se observa que antes de iniciar el programa, la fuerza de miembros inferiores es menor respecto a la fuerza de los miembros superiores, lo cual se suele observar en los adultos mayores sedentarios. También se evidencia que antes de iniciar el

programa los participantes mostraron disminución en el porcentaje de músculo y en la fuerza muscular, lo que evidencia la presencia de sarcopenia. La intervención aplicada mejora la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores, evaluado con el Senior Fitness Test, tanto en la cantidad de repeticiones como en el percentil. El valor del percentil de la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores pasaron de valores cercanos al límite inferior a valores dentro de lo normal para la edad, según los valores establecidos por Rikli y Jones (2001). Los miembros inferiores indican aumento en las repeticiones y percentil con porcentaje de cambio de 21.90 y 63.29 respectivamente, con magnitud de cambio de 2.46 repeticiones y 18.88% en el percentil. Los miembros superiores indican aumento en las repeticiones y percentil con porcentaje de cambio de 25.85 y 81.33 respectivamente, con magnitud de cambio de 3.24 repeticiones y 21.48% en el percentil.

La mejora en la fuerza coincide con el metaanálisis de Zhang et al. (2021) que mencionan que el ejercicio físico mejora la fuerza muscular de adulto mayores con sarcopenia, con mejoras en la diferencia medias de 0,30 en la fuerza de agarre y de 0.32 en la extensión de la rodilla ambas a favor de la intervención con ejercicios. Esta mejora en la fuerza también coincide con los metaanálisis de Chen et al. (2014) y Xanthos et, al. (2016) ambos reportan mejora en la fuerza con diferencia de medias estandarizada de 0,65, concordante con Gomes et al. (2019), que reporta mejora en la fuerza con diferencia de medias estandarizada de 0,7, todos ellos a favor del entrenamiento aeróbico y de fuerza combinado.

La mejora en la fuerza se puede deber a que el entrenamiento de fuerza aumenta el tamaño de fibras tipo II, así como a la transformación de fibras IIA en IIx y viceversa (López, 2006); además de estimular la hipertrofia sarcomérica, con aumento en el tamaño y números de sarcómeros (unidad básica de las miofibrillas), la cual se logra con trabajos mayores al 70% de 1 RM (Tous, 1999). Lo cual coincide con lo planteado por Rabinovich (2021) quien comenta que el entrenamiento con cargas mayores al 40% del VO<sub>2</sub> máximo recluta fibras IIA. Adicionalmente, esta mejora en la fuerza de los miembros inferiores podría explicar la mayor distancia lograda en la caminata de seis minutos y valores obtenidos en la PE, y por ende en la movilidad de la persona. Lo que es consistente con las recomendaciones internacionales que sugieren la inclusión de trabajo aeróbico y pesas en los programas de rehabilitación cardiovascular (Gómez, 2015; Riebe, 2018 y

Williams 2013). Otro punto para considerar en la mejora es la aplicación de los 4 pilares del movimiento (i. e., cambios de nivel, tracción, empuje y rotación) produce que se mejore el manejo del espacio y la propiocepción, provocando que las personas perciban un impacto positivo en su capacidad funcional, coordinación y fuerza muscular (De Lima et al., 2019).

Considerando el principio de especificidad del entrenamiento, se espera que las personas que realizan ejercicio aeróbico presenten más ganancias en rendimiento aeróbico que fuerza; y que las personas que realizan entrenamiento de fuerza presenten más ganancias en fuerza muscular que en rendimiento aeróbico. Pero también hay que considerar que el entrenamiento combinado que incluye ejercicio aeróbico y fuerza les dará a los participante beneficios sobre la capacidad de ejercicio y la fuerza muscular, lo cual concuerda con las recomendaciones internacionales de realizar trabajo aeróbico y de resistencia (Gómez, 2015; Riebe, 2018 y Williams 2013).

## **Capítulo VI**

### **CONCLUSIONES**

Basándose en los resultados de esta investigación se puede concluir que un programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II que incluya ejercicio combinado (entrenamiento aeróbico más fuerza) parece mejorar la composición corporal, resistencia aeróbica y fuerza muscular de miembros inferiores y superiores de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

También se pueden concluir que un programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II de 32 sesiones parecen ser más efectivos para generar variaciones en la composición corporal que los trabajos de 24 sesiones, generando cambios beneficios en el IMC, porcentaje de grasa general, y porcentaje de músculo.

Un programa de Rehabilitación cardiovascular Fase II que incluya ejercicio combinado (aeróbico más fuerza) de 24 o 32 sesiones parecen mejorar la resistencia aeróbica y fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular. La mejora en la resistencia aeróbica se evidencia por cambios en PC6M en sus componentes (distancia recorrida, porcentaje del predicho, consumo de oxígeno estimado y METs logrados), y la PE en sus componentes (Mets alcanzado y consumo de oxígeno estimado). La mejora de la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores se evidencia por el aumento en la cantidad de repeticiones y percentil medido con el Senior Fitness Test.

Es importante mencionar que los hallazgos de este trabajo deben ser valorados con cautela, pues hay algunas limitaciones metodológicas que deben ser reconocidas, incluyendo que los datos fueron recolectados con fines prácticos y no investigativos, así como que no hubo un control sobre el estado nutricional de los participantes ni la comparación con grupo control.

## **Capítulo VII RECOMENDACIONES**

La investigación reveló que un programa de ejercicio combinado (aeróbico más fuerza) mejora la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular. Por tanto, se recomienda que este tipo de entrenamiento sea incluido en los programas de rehabilitación cardiovascular Fase II de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

A nivel nacional no hay estudios que comparen la aplicación del trabajo combinado en los programas de rehabilitación cardiovascular. Por lo anterior se deja una invitación a la Universidad, programa académico y colegas sobre la importancia de seguir investigando sobre el tema trabajado en esta tesis. Por lo que se recomienda realizar otros estudios que aborden este tema, lo cual podría ser aumentando la cantidad total de sesiones y/o la cantidad de sesiones por semana; incluir la variable alimentación con la posibilidad de control nutricional, así como incluir la medición de calorimetría indirecta; conocer sobre la adherencia al ejercicio luego de un periodo de tiempo después de finalizado el programa de Rehabilitación cardiovascular.

El análisis de varianza realizado de forma complementaria que incluyó el factor género como una tercera variable independiente; mostró que en algunas de las variables hubo interacción estadísticamente significativa. Lo anterior justificaría la importancia de realizar futuros estudios que considere examinar estas diferencias de género en relación con resultados de tratamientos similares, a fin de examinar algunos factores que podrían explicar más allá de la mera diferencia biológica de masculino versus femenino.

El trabajo también evidencia diferencia entre los METs reportados en la PE y los METs calculado mediante fórmula. Por lo que se sugiere realizar una asociación y/o correlación entre METs reportados en la PE y METs calculados mediante estimación en el consumo de oxígeno por fórmula. Adicionalmente se recomienda realizar mediciones del consumo de oxígeno en forma directa durante las pruebas de esfuerzo, para optimizar la prescripción de ejercicio.

La última recomendación se centra en la importancia de que el Hospital Nacional de Geriátrica cuente con una fase III de Rehabilitación cardiovascular, de manera que sirva como mecanismo

de control y seguimiento de los usuario que finalizaron la fase II, a fin de mantener y por qué no mejorar las ganancias logradas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACVPR. (2006). *Cardiac Rehabilitation Resource Manual*. Estados Unidos de América: Human Kinetic.
- American Thoracic Society (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 166(1), 111–7. doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102
- Araya, G.A. y Claramunt M. (2020). ACTIVIDAD FÍSICA EN COSTA RICA, Antecedentes históricos y revisión de sus evidencias científicas en el país. Recuperado de [http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/82866/Araya\\_y\\_Claramunt\\_2020\\_Actividad\\_f%C3%ADsica\\_en\\_Costa\\_Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/82866/Araya_y_Claramunt_2020_Actividad_f%C3%ADsica_en_Costa_Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Araya-Ramírez, F., Ureña-Bonilla, P., Braulio Sánchez-Ureña, B., Blanco-Romero, L., Rodríguez-Montero, A., y Moraga-Rojas, C. (2013). Influencia de la Capacidad Funcional Inicial en Marcadores Fisiológicos después de un Programa de Rehabilitación Cardíaca. *Rev. Costarr. Cardiol*, 15(1). 5-11. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcc/v15n1/art02v15n1.pdf>
- Balady G. J., Morise A. P. (2016). Prueba de esfuerzo, Directrices: Prueba electrocardiográfica. En D. L. Mann. (Ed.), *Braunwald Tratado de Cardiología Texto de Medicina Cardiovascular* (155-178). Barcelona, España: Elsevier.
- Barón, O., Díaz, G. (2016). Caminata de seis minutos: propuesta de estandarización del protocolo y aplicación práctica para la evaluación de la hipertensión pulmonar con especial referencia a la de los niños. *Rev Colomb Cardiol*, 23(1), doi: 10.1016/j.rccar.2015.05.011
- Barrientos, I. (2017). Nutrición y envejecimiento: Factores que influyen en el estado nutricional

- de la persona adulta mayor. En F. Morales (2° edición), Tratado de Geriátría y Gerontología. 299-310. San José, Costa Rica: Editorial Nacional de Salud y Seguridad Social.
- Barrientos, I., Leandro, A., (2017). Sarcopenia en la persona adulta mayor. En F. Morales (2° edición), Tratado de Geriátría y Gerontología . 299-310. San José, Costa Rica: Editorial Nacional de Salud y Seguridad Social.
- Bellet, R.N., Adams. L., Morris. N.R.. (2012). The 6-minute walk test in outpatient cardiac rehabilitation: Validity, reliability and responsiveness-a systematic review. *Physiotherapy*, 98(4), 277–286. doi: 10.1016/j.physio.2011.11.003.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and scales*. USA: Human Kinetics.
- Borga, M., West, J., Bell, J.D., Harvey, N.C., Romu, T., Heymsfield, S.B., y Dahlqvist O. (2018). Advanced body composition assessment: From body mass index to body composition profiling. *J Investig Med*, 66(5):887–895. doi: 10.1136/jim-2018-000722
- Bourscheid, G., Just, K.R., Rocha, R., Petry, T., Danzmann, L.C., Adamastor, H.P., Araújo, A.P., Tolfo, L. y Lima, E. (2021). Effect of different physical training modalities on peak oxygen consumptions in post-acute myocardial infarction patients: systematic review and meta-analysis. *J. Vasc. Bras*, 6(20), doi: 10.1590/1677-5449.210056
- Cacciatore, F., Ferrara, N., Mezzani, A., Maiello, C., Amarelli, C., Curcio, F., y Abete, Pasquale. (2016). Cardiac Rehabilitation in the Elderly Patients. *Sport Med Rehabil J*, 1(2). Recuperado de <http://www.remedypublications.com/open-access/pcardiac-rehabilitation-in-the-elderly-patientsp-2187.pdf>
- Calero S., Klever T, Caiza M. R., Rodríguez A. F., Analuiza E. F. (2016). Influencia de

las actividades físico-recreativas en la autoestima del adulto mayor. *Rev Cubana Invest Bioméd*, 35(4). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002016000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002016000400007)

Camina-Martín, M.A., de Mateo-Silleras, B., Malafarina, V., Lopez-Mongil R., Niño-Martín, V., López-Trigo J.A., Redondo-del-Río, M.P.... Grupo de Nutrición de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología (SEGG). (2016). Valoración del estado nutricional en Geriatria: Declaración de consenso del Grupo de Nutrición de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 51(1), 52–57. doi: 10.1016/j.regg.2015.07.007

Chen, Yu-Chi., Tsai, Jen-Chen., Liou, Yiing-Mei. y Chan Paul. (2016). Effectiveness of endurance exercise training in patients with coronary artery disease: A meta-analysis of randomised controlled trials. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 16(5), 397-408. doi.org/10.1177/1474515116684407

Chen, C., Chen, Y., Tu, H., Huang, M., Jhong, J.H., y Lin, K.L. (2014). Benefits of exercise training and the correlation between aerobic capacity and functional outcomes and quality of life in elderly patients with coronary artery disease. *Kaohsiung J Med Sci*, 30(10), 521-530. doi.org/10.1016/j.kjms.2014.08.004

Conde, I. (2016). Beneficios del entrenamiento de la fuerza en Educación Primaria. *j.magis*, 28(2), 94-101. doi.org/10.1016/j.magis.2016.10.001

Cordero, M.M., (2019). Efecto del ejercicio físico en el desempeño funcional, la composición corporal, y la fuerza muscular en los adultos mayores al finalizar el Programa de Rehabilitación Cardíaca del Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología, en el año 2019 (Tesis de postgrado). Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10669/80228>

Cruz-Jentoft, A.J., Bahat. G., Bauer. J., Boirie. Y., Bruyère. O., Cederholm. T.,... Zamboni, M.

- (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*, 48(1), 16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169
- De Lima, F. F., Camillo, C. A., Grigoletto, I., Uzeloto, J. S., Vanderlei, F. M., Ramos, D. y Cipulo, E. M. (2019). Effects of combining functional exercises with exercise training on daily physical activities and functionality in patients with COPD: a protocol for a randomized clinical trial. *Trials*, 20, 680. <http://doi.org/10.1186/s13063-019-3780-y>
- Dibben, G. O., Dalal, H. M., Taylor, R. S., Doherty P., Hermann, L. y Hillsdon, M. (2018). Cardiac rehabilitation and physical activity: systematic review and meta-analysis. *Heart*, 104(17), 1394–1402. doi:10.1136/heartjnl-2017-312832
- Esper R. J. Villarino J. O. (2004). La disfunción endotelial. En R.J. Esper (Ed.), *Aterosclerosis en el tercer milenio* (49-83). Barcelona, España: Prous Sciences.
- Fardy, P.S. y Yanowitz F.G. (2003). *Rehabilitación Cardíaca, la forma física del adulto y las pruebas de esfuerzo*. Barcelona, España: Paidotribo.
- García, P., Yudes, E. (2015). Rehabilitación cardíaca Revisión bibliográfica del impacto en la capacidad funcional, mortalidad, seguridad, calidad de vida, factores de riesgo e incorporación laboral. *Enferm Cardiol*, 65, 52-61. Recuperado de [https://www.enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/65\\_06.pdf](https://www.enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/65_06.pdf)
- Giraldo, H. E. (2008). *Diagnóstico y manejo integral del paciente con EPOC*. Bogotá Colombia: Editorial médica panamericana.
- Gochicoa-Rangel, L., Mora-Romero, U., Guerrero-Zúñiga, S., Silva-Cerón, M., Cid-Juárez, S., Velázquez-Uncal, M. (2015). Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Neumol Cir Tórax*, 74(2), 127-136. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0028-37462015000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462015000200008&lng=es&tlng=es).

- Gomes, M., Rodrigues, A., Rocha, L., Roeber, L. , Magalhães, C. , Gonzalez, I. .... , Oliveira, V. (2019). Effect of combined aerobic and resistance training on peak oxygen consumption, muscle strength and health-related quality of life in patients with heart failure with reduced left ventricular ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 293, 165-175. doi.org/10.1016/j.ijcard.2019.02.050
- Gómez, A., Miranda, G., Pleguezuelos, E., Bravo, R., López, A., Expósito J.A....Grupo de Trabajo para las Recomendaciones SORECAR sobre Rehabilitación Cardíaca en la Cardiopatía Isquémica. (2015). Recomendaciones sobre rehabilitación cardíaca en la cardiopatía isquémica de la Sociedad de Rehabilitación Cardio-Respiratoria (SORECAR). *Rehabilitación*, 49(2), 102-124. doi.org/10.1016/j.rh.2014.12.002
- Gremeaux, V., Troisgros, O., Benaim, S., Hannequin, A., Laurent, Y., Casillas, J.M. y Benaim, C. (2011). Determining the Minimal Clinically Important Difference for the Six-Minute Walk Test and the 200-Meter Fast-Walk Test During Cardiac Rehabilitation Program in Coronary Artery Disease Patients After Acute Coronary Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 92(4), 611 - 619 doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.023
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M. y Bull Fiona C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *Lancet Glob Health*, 6(10), 1077 – 1086. doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7
- Hamm L. F. (Ed.) (2006). *AACVPR Cardiac Rehabilitation Resource Manual*. United States of America: Human Kinetics
- Hasenfuss G y Mann D. L. (2016). Fisiopatología de la insuficiencia cardíaca. En D. L. Mann. (Ed.), *Braunwald Tratado de Cardiología Texto de Medicina Cardiovascular* (454-455). Barcelona, España: Elsevier.
- Hospital Nacional de Geriatría y Gerontología. (2019). Registros médicos, Sistema de

egresos hospitalarios 2018.

Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre (NIH). (2018). Enfermedad de las arterias coronarias. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/coronaryarterydisease.html>

Jiménez E. (2019). Cambios de composición corporal posterior a un programa de rehabilitación cardíaca fase II. *Rev Colomb Cardiol*, 27(5), 491-496. doi.org/10.1016/j.rccar.2019.08.005

Jones, C. J., Rikli, R. E., Max, J., Noffal, G. (1998). Reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport*, 69(4), 338-343. doi.org/10.1080/02701367.1998.10607708

Kamiya, K., Hamazaki, N., Matsue, Y., Matsuzawa, R., Mezzani, A., Corra, U.,...Ako, J. (2017). Gait speed has comparable prognostic capability to six-minute walk distance in older patients with cardiovascular disease. *Eur J Prev Cardiol*, 25(2), 212-219. doi: 10.1177/2047487317735715

Lee, J. (2019). Associations Between Handgrip Strength and Disease-Specific Mortality Including Cancer, Cardiovascular, and Respiratory Diseases in Older Adults: A Meta-Analysis. *J Aging Phys Act*, 28(2), 320-331. doi: 10.1123/japa.2018-0348.

López J. Fisiología del ejercicio. 3ª ed. España: Médica Panamericana; 2006.

Mandic, S., Hodge, C., Stevens, E., Walker, R., Nye, E., Body, D., Barclay, L., y Williams M. (2013). Effects of Community-Based Cardiac Rehabilitation on Body Composition and Physical Function in Individuals with Stable Coronary Artery Disease: 1.6-Year Followup. *BioMed Research International*, 2013, 1-8. doi.org/10.1155/2013/903604

Marra, M., Sammarco, R., De Lorenzo, A., Iellamo, F., Siervo, M., Pietrobelli A, et al. (2019).

- Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (BIA) and dual energy x-ray absorptiometry (DXA): A critical overview. *Contrast Media Mol Imaging*, 2019,1–9. doi.org/10.1155/2019/3548284
- Monge O. (2017). Hipertensión arterial en adulto mayor. En F. Morales. (Ed.), *Tratado de Geriatría y Gerontología* (725-748). San José, Costa Rica: Editorial Nacional de Salud y Seguridad Social (EDNASS).
- Moreno A. (2014). *Envejecimiento “activo”. Papel de la actividad física* [Mensaje en un Blog]. Recuperado en <http://physicaltrainingsport.com/es/blog/envejecimiento-activo-papel-de-la-actividad-física>
- O’Coor G. T., Buring J. E., Yusuf S., et al. (1989). An Overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation*, 80, 234-244.
- OMS (2015). *Informe Mundial sobre el envejecimiento y salud*. Recuperado de [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873\\_spa.pdf;jsessionid=EA1D30F6A4732E6D1B35E59256FEFF33?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873_spa.pdf;jsessionid=EA1D30F6A4732E6D1B35E59256FEFF33?sequence=1)
- OMS (2021). Enfermedades cardiovasculares. Recuperado de [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Oldridge N. B., Guyatt G. H., Fisher M. E., Rimm A. A. (1988). Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: Combined experience of randomized clinical trial. *JAMA*, 260, 945-950.
- Osness, W.H., Adrian, M, Hoeger, W, Rabb, D, Wiswell, R. (1996). Functional fitness assessment for adults over 60 years: A field Based Assessment. *AAHPERD*, 1-24  
Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED324293.pdf>
- Palmer, K., Bowles, K. A., Paton, M., Jepson, M. y Lane, R. (2018). Chronic Heart Failure and

- Exercise Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(12), 2570-2582. doi.org/10.1016/j.apmr.2018.03.015
- Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Back, M., Borjesson, M., Caselli, S., ... Wilhelm, M. 2020. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 00, 1-80. doi:10.1093/eurheartj/ehaa605
- Pescatelo, L. S. (Ed.). (2014). *ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore USA: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins.
- Peterson, M.D., Sen, A., y Gordon, P.M. (2011). Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 43(2), 249–258.
- Schwartz, J. B., Zipes D. P. (2016). Enfermedades Cardiovasculares en Adultos Mayores. En D. L. Mann. (Ed.), *Braunwald Tratado de Cardiología Texto de Medicina Cardiovascular* (155-156). Barcelona, España: Elsevier.
- Straight, C.R., Fedewa, M.V., Toth M. J. y Miller, M.S. (2020). Improvements in skeletal muscle fiber size with resistance training are age-dependent in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Appl Physiol*, 129(2), 392-403. Doi: 10.1152 / japplphysiol.00170.2020
- Rabinovich, R.A. (2021, 02, 17). Bioquímica muscular y disfunción muscular en la EPOC: implicaciones en la tolerancia al ejercicio y efectos del entrenamiento. *Entrenamiento al ejercicio y Músculo*. Recuperado de <https://docer.com.ar/doc/nx0ncn5>
- Rezuş, E., Burlui, A., Cardoneanu, A., Rezuş, C., Codreanu, C., Parvu, M...Ionel, T. (2020). Inactivity and Skeletal Muscle Metabolism: A Vicious Cycle in Old Age. *Int. J. Mol. Sci*, 21(2). doi.org/10.3390/ijms21020592



- Ribeiro-Torres, O., Fernandes, A., Iglesias-Soler, E., Fontes-Villalba M., Zouhal, H., Carré, F., ... Boulosa, D. (2020). Lower Cardiovascular Stress during Resistance Training Performed with Inter-Repetition Rests in Elderly Coronary Patients. *Medicina* 2020, 56(264), 1-7 doi:10.3390/medicina56060264
- Riebe D. (2018). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia, USA: Wolters Kluwer.
- Rikli, R. E., Jones, C. J. (2001). *Senior Fitness Test Manual*. California, Estados Unidos de America: Human Kinetics.
- Ross, R. M., Murthy, J. M., Wollak, I. D. y Jackson, A. S. (2010). The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. *BMC Pulm Med* 10(31). doi.org/10.1186/1471-2466-10-31
- Solís, M. I. (2018). CCSS intensifica acciones contra las enfermedades cardiovasculares. Recuperado de <https://www.ccss.sa.cr/noticia?ccss-intensifica-acciones-contra-las-enfermedades-cardiovasculares>
- Tieland, M., Trouwborst, I. y Clark B.C. (2017). Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 9(1),3–19. doi.org/10.1002/jcsm.12238
- Tous, J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Ergo; 1999.
- Trejos, J.A. (2016). Efecto de un Programa de Rehabilitación Cardíaca fase II en el Mantenimiento de los Componentes de la aptitud física de pacientes con enfermedad cardiovascular después de al menos un año de egreso. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Turk-Adawi, K., Sarrafzadegan, N, y Grace, S.L. (2014). Global availability of cardiac rehabilitation. *Nat Rev Cardiol*, 11(10), 586–596. doi.org/10.1038/nrcardio.2014.98

- Valerio D. y Miranda E. (2017). Envejecimiento. En F. Morales (Ed.), *Tratado de Geriatría y Gerontología* (91-100). San José, Costa Rica: EDNASS.
- Williams, M. A. (2013). *Guideliness for Cardiac Rehabilitation ans Secondary Prevention Programs. AACVPR American Asociation of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation*. United States: Human Kinetics.
- Williams, M.H. (2006). *Nutrición para la salud, condición física y deporte*. Editorial McGraw-Hill. D.F. México.
- Wong, M.,García, M.,García, A., y Carrillo, S. (2011). Resultados del Programa de Rehabilitación Cardíaca Fase II, desarrollado por el Centro Nacional de Rehabilitación, Costa Rica (Results of the Phase II Cardiac Rehabilitation Programat the National Center of Rehabilitation, Costa Rica). *Acta méd. Costarric*, Vol 53(4). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v53n4/art06.pdf>
- Woolf-May, K. (2008). *Prescripción de ejercicio: fundamentos fisiológicos. Guía para profesionales de la salud, del deporte y del ejercicio físico*. Barcelona, España: Elsevier Masson.
- World Health Organization, (2017). Cardiovascular diseases (CVDs) 2017. Recuperado de [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
- Xanthos, P. D., Gordo, B. A., y Kingsley, M.I.C. (2016). Implementing resistance training in the rehabilitation of coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 230, 493-508. doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.12.076
- Zaragoza C.J.; Serrano O. E. y Generelo L.E. (2004). Dimensiones de la condición física saludable: evolución según edad y género. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 4 (15) pp. 204-221 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista15/artdimensiones.htm>

Zalaquett, R. (2017). 50 años de cirugía de bypass coronario: Meditar el pasado, enfrentar el presente y forjar el futuro. *Rev Chil Cardiol*, 36(2), 162-69. doi.org/10.4067/S0718-85602017000200012

Zhang, Y., Zou, L., Chen, S., Bae, J., Kim, D., Liu, X. y Song, W. (2021). Effects and Moderators of Exercise on Sarcopenic Components in Sarcopenic Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Med.*, doi.org/10.3389/fmed.2021.649748

Zouhal, H., Jayavel, A., Parasuraman, K., Hayes, L.D., Tourny, C., Rhibi, F., ...Hackney, A.C. (2021). Effects of Exercise Training on Anabolic and Catabolic Hormones with Advanced Age: A Systematic Review. *Sports Med.* doi.org/10.1007/s40279-021-01612-9

# ANEXOS

## Anexo 1

Instrumento utilizado y aprobado por el Comité ético científico para la recolección de datos.

HOSPITAL NACIONAL DE GERIATRIA Y GERONTOLOGIA  
 DR. RAUL BLANCO CERVANTES  
 HOJA RECOLECCIÓN DE DATOS

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Logo                         | CLOE   |
| Versión:                     | 40     |
| Fecha de emisión:            | 7-8-20 |
| Recomendación vigente hasta: | 7-8-21 |
| Presidente CLOE:             |        |

Datos de los registros de composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular.

Nombre del proyecto: Efecto de un Programa de ejercicio combinado de Rehabilitación cardiovascular Fase II, sobre la composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular

|                     |   |             |
|---------------------|---|-------------|
| Consecutivo # _____ | Género<br>Masculino <input type="radio"/><br>Femenino <input type="radio"/> | Edad: _____ |
|---------------------|---|-------------|


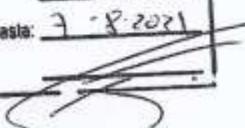
|                                | Evaluación inicial | Evaluación final |
|--------------------------------|--------------------|------------------|
| Fecha                          |                    |                  |
| Antropometría                  |                    |                  |
| Peso                           |                    |                  |
| Talla                          |                    |                  |
| Índice de masa corporal (IMC)  |                    |                  |
| Circunferencia de cintura (cm) |                    |                  |
| Porcentaje de grasa general    |                    |                  |
| Porcentaje de grasa visceral   |                    |                  |
| Porcentaje de músculo          |                    |                  |

|                              |  |  |
|------------------------------|--|--|
| Resistencia aeróbica         |  |  |
| Caminata de seis minutos     |  |  |
| Distancia recorrida (m)      |  |  |
| Porcentaje del predicho (%)  |  |  |
| Velocidad de la marcha (m/s) |  |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Consumo de oxígeno estimado (ml/Kg/x') |  |  |
| Doble producto                         |  |  |
| METs logrados                          |  |  |
| Prueba de esfuerzo                     |  |  |
| METs alcanzado al finalizar la prueba  |  |  |
| % de la frecuencia cardíaca máxima     |  |  |
| Doble producto                         |  |  |
| Consumo de oxígeno estimado (ml/Kg/x') |  |  |
| METs calculados                        |  |  |
| Kcal/semana                            |  |  |
| METs/semana                            |  |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Fuerza muscular                           |  |  |
| Miembros inferiores repeticiones logradas |  |  |
| Miembros inferiores percentil alcanzado   |  |  |
| Miembros superiores repeticiones logradas |  |  |
| Miembros superiores percentil alcanzado   |  |  |

Instrumento realizado por: Franklin Heyden López

|  |   |
|--|---|
|  |   |
| Versión:   | 1.0   |
| Fecha recomendación:   | 7-8-2020  |
| Recomendación vigente hasta:   | 7-8-2021  |
| Presidente CLOBI:  |  |

## Anexo 2

### Aprobación del Comité de Gestión Académica de la Universidad Nacional (CGA).



09 de diciembre de 2019  
UNA-MSIMH-ACUE-089-2019

**Señor**  
**Franklin Heyden López**  
**Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano**

Estimado señor:

Para los efectos que corresponda le remito el acuerdo tomado por el Comité de Gestión Académica en su sesión ordinaria N°12-2019, celebrada el 03 de diciembre de 2019, en el punto 3, que dice:

Considerando:

- ✓ El oficio remitido por el profesor Gerardo Araya Vargas mediante el cual remite las propuestas presentadas por los estudiantes del grupo de Tesis I y Práctica Aplicada I del II ciclo de 2019.
- ✓ La revisión efectuada a lo interno del Comité de Gestión Académica, atendiendo el artículo 47 del Reglamento de la Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano.
- ✓ La revisión efectuada a lo interno del Comité de Gestión Académica, atendiendo los artículos 76, 77 y 78 del Reglamento de la Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano en el cual se establecen los parámetros de evaluación, aprobación y control de las actividades que se desarrollarán en el proceso de intervención de la Práctica Aplicada.
- ✓ El documento denominado "Criterios de valoración de propuestas de trabajos de graduación, remitidas para aval del CGA de la Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano, de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, de la Universidad Nacional", aprobado en la sesión N°10-2019 del 17 de setiembre de 2019.

Tel. (506) 2277-3000  
Apartado 86-3000  
Heredia  
Costa Rica  
www.una.ac.cr



Se acuerda:

1. **APROBAR LA PROPUESTA DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN BAJO LA MODALIDAD DE TESIS DENOMINADA EFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO COMBINADO DE REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR, FASE II, SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL, RESISTENCIA AERÓBICA Y LA FUERZA MUSCULAR DE ADULTOS MAYORES CON ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR ELABORADA POR EL ESTUDIANTE FRANKLIN HEYDEN LÓPEZ CÉDULA DE IDENTIDAD N°1-0697-0635 LA CUAL ESTARÁ BAJO LA SUPERVISIÓN DEL CUERPO ASESOR CONSTITUIDO POR LOS SIGUIENTES ACADÉMICOS: M.SC. LUIS ALBERTO BALNCO ROMERO, TUTOR, DR. JORGE SALAS CABRERA, LECTOR Y M.SC. JOSÉ ANDRÉS TREJOS MONTOYA, LECTOR.**
2. **SE APRUEBA POR UNANIMIDAD. ACUERDO EN FIRME.**

Atentamente,

  
M.Sc. Luis Alberto Blanco Romero  
Presidente





### Anexo 3

Aprobación del Comité de Gestión Académica de la Universidad Nacional (CGA)  
aumento en el tamaño de la muestra.



Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida  
Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano  
Teléfono 2562-6970 / Correo electrónico msimh@una.cr

20 de marzo de 2020  
UNA-MSIMH-ACUE-017-2020



**Máster**  
**Franklin Heyden López**  
**Académico**  
**CIEMHCAVI**

Estimado señor:

Para los efectos que corresponda le remito el acuerdo tomado por el Comité de Gestión Académica en su sesión ordinaria N°03-2020, celebrada el 13 de marzo de 2020, en el punto sexto de correspondencia, el cual dice:

Considerando:

- ✓ El oficio del 12 de marzo de 2020 suscrito por el estudiante Franklin Heyden López, quien solicita la autorización para la ampliación de la muestra que utilizará para el estudio de su trabajo final de graduación, la cual contemplaba datos entre 2014 y 2018, por lo que requiere extender el periodo hasta diciembre de 2019. Por lo anterior sugiere el cambio del título de su trabajo de investigación.
- ✓ El artículo 50 del Reglamento de la Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano.

Se acuerda:

- 1. AVALAR LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN EN EL NOMBRE DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PROPUESTO POR EL ESTUDIANTE FRANKLIN HEYDEN LÓPEZ, EL CUAL REQUIERE DE LA AMPLIACIÓN DE LA MUESTRA TOMANDO EN CUENTA SUJETOS EVALUADOS ENTRE 2014 Y 2019 PARA LLEVAR A CABO EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN Y SUGIERE EL SIGUIENTE TÍTULO: "EFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO COMBINADO DE REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR FASE II, SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL, RESISTENCIA AERÓBICA Y LA FUERZA MUSCULAR DE ADULTOS MAYORES CON ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR".**

Tel. (506) 2277-3000  
Apartado 86-3000  
Heredia  
Costa Rica  
www.una.ac.cr



INSTITUCIÓN BENEMÉRITA DE LA EDUCACIÓN, LA TECNOLOGÍA, LA CIENCIA Y LA CULTURA COSTARRICENSE • LEY 9187





Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida  
Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano  
Teléfono 2562-6970 / Correo electrónico msimh@una.cr

**2. SE APRUEBA POR UNANIMIDAD. ACUERDO FIRME.**

Atentamente,



M.Sc. Luis Alberto Blanco Romero  
Presidente

Anexo 4

Autorización de la Jefatura del Hospital Nacional de Geriátria y Gerontología (HNGG)  
para realizar el trabajo de tesis propuesto.

 **CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL**  
**HOSPITAL NACIONAL DE GERIATRÍA Y GERONTOLOGÍA**  
**DR. RAÚL BLANCO CERVANTES**  
**JEFATURA SECCIÓN MEDICINA GERIÁTRICA**  
Teléfonos: 2542-2188 Fax: 2542-2189

HNGG-DG-JSMG 114-2020  
04 de marzo de 2020

Licenciado  
Franklin Heyden López  
Terapeuta Respiratorio

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Estimado señor,

En relación con su nota del 27 de enero, 2020, se autoriza realizar la investigación, debe de someter protocolo ante en Comité Ético Científico del HNGG para su aprobación.

Atentamente,

  
Dr. Fabian Madrigal Ceer  
Jefatura Sección Medicina Geriátrica




FML/SVC

---

"APOYANDO EL BIENESTAR INTEGRAL DEL ADULTO MAYOR"

## Anexo 5

Autorización del Comité Ético Científico del Hospital Nacional de Geriátria y Gerontología (CEC-HNGG)) para realizar el trabajo de investigación.

|  <b>CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL</b><br><b>HOSPITAL NACIONAL DE GERIATRIA Y GERONTOLOGIA DR. RAUL BLANCO CERVANTES</b><br>Tel: 2542-2100 Ext. 7905 - Fax: 2542-2189<br>Email: jbumana@ccsa.sa.cr |  |
|--|--|
| <b>FORMULARIO COM - I</b><br><b>AUTORIZACION DE INVESTIGACION</b>  |  |
| CERTIFICADO # 01 año 2020  |  |
| Tipo de solicitud:   | Solicitud de aprobación primera vez  |
| Número de sesión:  | 15-2020  |
| Fecha sesión:  | 07-08-2020   |
| Nombre de los miembros del Comité que participaron en la revisión de este protocolo de investigación:  | Dr. Fabián Madrigal León<br>Dra. Zilene Canache<br>Dra. Laura Jiménez<br>Msc. Yolanda Brenes Z.  |
| Título de la investigación:  | "Efecto de un programa de ejercicios combinado de rehabilitación cardiovascular fase II sobre composición corporal, resistencia aeróbica y la fuerza muscular de adultos mayores con enfermedad cardiovascular". |
| Número protocolo CCSS:   | 01-2020  |
| Nombre del investigador principal:   | Msc Franklin Heyden López  |
| Nombre de los co-investigadores:   | Dra. Mónica Herrera Quezada  |
| Nombre del patrocinador:   | No aplica  |
| Número de protocolo del patrocinador (si aplica):  | No aplica  |
| Nombre del CRO (si aplica):  | No aplica  |
| Nombre del coordinador (si aplica):  | No aplica  |
| Nombre del tutor institucional (solo para investigaciones para optar por un título académico):   | No aplica  |
| Nombre de centro(s) asistencial(es) donde se realizará la investigación:   | Hospital Nacional de Geriatria y Gerontologia  |
| Número de participantes propuesto por centro(s) asistencial(es):   | 130 participantes aproximadamente  |
| Duración de la investigación (en meses):   | 12 meses   |
| Versión del protocolo revisado:  | 07-08-2020   |
| Versión del consentimiento informado revisado (si aplica):   | No aplica  |
| Versión del asentimiento informado revisado (si aplica):   | No aplica  |
| Versión del anuncio de publicidad revisado (si aplica):  | No aplica  |
| CERTIFICADO DE REVISION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACION # Anotar numero de certificacion y año - Página 1 de 2<br>Revisado 02/10/2015  |  |



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL  
HOSPITAL NACIONAL DE GERIATRIA Y GERONTOLOGIA DR. RAUL BLANCO CERVANTES  
Tel: 2542-2100 Ext. 7905 - Fax: 2542-2189  
Email: jbumana@ccss.sa.cr

Resolución del comité (APROBADO)  
A continuación se describen las razones por las cuales el estudio se ha No aplica.

El comité procede al análisis del estudio y emite los siguientes criterios

ACUERDO 16-2020 07-08-2020 Aprobado

  
Dr. Fabián Madrigal Leer  
Presidente  
Comité Ético Científico

cc: Dra. Milena Bolaños Sánchez Jefe(a) Sección Medicina Geriátrica  
Dr. Fabián Madrigal Leer Presidente Comité Local Científico  
Subárea de Bioética, CENDE-SSS



Anexo 6

Distribución de normalidad de los datos

**Tabla 13.**

*Distribución de normalidad Kolmogorov-Smirnov N=199.*

|  | Sig    |
|--|--------|
| <u>Composición corporal</u>                        |        |
| Peso pre   | 0.200* |
| Peso post  | 0.200* |
| Talla pre  | 0.007  |
| Talla post   | 0.007  |
| Índice de masa corporal pre                        | 0.026  |
| Índice de masa corporal post                       | 0.038  |
| Porcentaje de grasa pre                            | 0.002  |
| Porcentaje de grasa post                           | 0.000  |
| Porcentaje grasa visceral pre                      | 0.004  |
| Porcentaje grasa visceral post                     | 0.004  |
| Porcentaje de músculo pre                          |        |
| Porcentaje de músculo post                         | 0.001  |
| <u>Resistencia aeróbica, Caminata seis minutos</u> |        |
| Distancia recorrida pre                            | 0.064* |
| Distancia recorrida post                           | 0.200* |
| Porcentaje del predicho pre                        | 0.199* |
| Porcentaje del predicho post                       | 0.195* |
| Consumo de oxígeno pre                             | 0.064* |
| Consumo de oxígeno post                            | 0.200* |
| METs pre   | 0.050  |
| METs post  | 0.200* |
| <u>Prueba de esfuerzo</u>                          |        |

|  |        |
|--|--------|
| METs alcanzado al finalizar la prueba pre  | 0.000  |
| METs alcanzado al finalizar la prueba post | 0.000  |
| Consumo de oxígeno pre                     | 0.081* |
| Consumo de oxígeno post                    | 0.184* |

Fuerza muscular

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Miembros inferiores repeticiones pre  | 0.000 |
| Miembros inferiores repeticiones post | 0.000 |
| Miembros inferiores percentil pre     | 0.000 |
| Miembros inferiores percentil post    | 0.000 |
| Miembros superiores repeticiones pre  | 0.000 |
| Miembros superiores repeticiones post | 0.013 |
| Miembros superiores percentil pre     | 0.000 |
| Miembros superiores percentil post    | 0.000 |

---

Nota: \*=  $p > 0.05$  indicando distribución normal de los datos.

Elaboración propia con base en los resultados.

Anexo 7  
ANOVA mixto de tres vías

**Tabla 14.**

*Resumen de resultados de ANOVA mixto de tres vías. Efecto del programa sobre los componentes de las variables composición corporal, resistencia aeróbica y fuerza muscular*

| Variable                         | <i>n</i> | Mediciones<br>(Pretest,<br>Posttest) | Grupos<br>(C24, C32) | Género<br>(M, F)   | Interacción<br>mediciones<br>x grupo | Interacción<br>mediciones<br>x género | Interacción<br>grupo x<br>género | Interacción<br>medición x<br>grupos x<br>sexo |
|----------------------------------|----------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|
|                                  |          | F                                    | F                    | F                  | F                                    | F                                     | F                                | F   |
|                                  |          | ( <i>p</i> )                         | ( <i>p</i> )         | ( <i>p</i> )       | ( <i>p</i> )                         | ( <i>p</i> )                          | ( <i>p</i> )                     | ( <i>p</i> )                                  |
| <b>Composición corporal</b>      |          |                                      |                      |                    |                                      |                                       |                                  |   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )         | 198      | 8.272<br>(0.004)                     | 0.541<br>(0.463)     | 0.289<br>(0.591)   | 10.872<br>(0.001)                    | 0.473<br>(0.492)                      | 1.682<br>(0.196)                 | 0.220<br>(0.639)                              |
| Grasa general<br>(%)             | 195      | 16.374<br>(0.000)                    | 0.300<br>(0.585)     | 121.283<br>(0.000) | 8.028<br>(0.005)                     | 0.025<br>(0.875)                      | 1.637<br>(0.202)                 | 1.154<br>(0.695)                              |
| Grasa visceral<br>(%)            | 185      | 1.711<br>(0.193)                     | 0.357<br>(0.551)     | 14.851<br>(0.000)  | 0.962<br>(0.328)                     | 2.217<br>(0.138)                      | 0.002<br>(0.963)                 | 5.107<br>(0.025)                              |
| Músculo (%)                      | 185      | 11.735<br>(0.001)                    | 0.272<br>(0.603)     | 157.760<br>(0.000) | 4.420<br>(0.037)                     | 0.580<br>(0.447)                      | 0.687<br>(0.408)                 | 0.735<br>(0.393)                              |
| <b>Resistencia aeróbica</b>      |          |                                      |                      |                    |                                      |                                       |                                  |   |
| <b>    Caminata seis minutos</b> |          |                                      |                      |                    |                                      |                                       |                                  |   |
| Distancia<br>recorrida (m)       | 198      | 135.698<br>(0.000)                   | 1.291<br>(0.257)     | 31.083<br>(0.000)  | 0.270<br>(0.604)                     | 0.011<br>(0.918)                      | 0.252<br>(0.616)                 | 0.016<br>(0.900)                              |
| %predicho                        | 179      | 83.473<br>(0.000)                    | 3.112<br>(0.079)     | 15.649<br>(0.000)  | 1.033<br>(0.311)                     | 1.158<br>(0.283)                      | 0.395<br>(0.531)                 | 1.868<br>(0.173)                              |
| VO <sup>2</sup><br>(mlkg/min)    | 199      | 86.215<br>(0.000)                    | 1.584<br>(0.210)     | 34.571<br>(0.000)  | 0.002<br>(0.968)                     | 0.227<br>(0.634)                      | 1.24<br>(0.725)                  | 0.82<br>(0.774)                               |
| METs                             | 199      | 86.245<br>(0.000)                    | 1.602<br>(0.207)     | 34.539<br>(0.000)  | 0.003<br>(0.954)                     | 0.224<br>(0.637)                      | 0.127<br>(0.722)                 | 0.088<br>(0.766)                              |
| <b>    Prueba de esfuerzo</b>    |          |                                      |                      |                    |                                      |                                       |                                  |   |
| METs                             | 163      | 171.358<br>(0.000)                   | 0.000<br>(0.997)     | 16.404<br>(0.000)  | 0.000<br>(0.986)                     | 0.130<br>(0.719)                      | 0.006<br>(0.940)                 | 0.009<br>(0.925)                              |

|                                |     |                    |                  |                   |                  |                   |                  |                   |
|--------------------------------|-----|--------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| VO <sup>2</sup><br>(ml/kg/min) | 161 | 120.048<br>(0.000) | 0.027<br>(0.869) | 13.718<br>(0.000) | 0.018<br>(0.892) | 0.179<br>(0.673)  | 0.002<br>(0.963) | 0.300<br>(0.584)  |
| Fuerza                         |     |                    |                  |                   |                  |                   |                  |                   |
| Repeticiones<br>MI             | 196 | 227.948<br>(0.000) | 0.057<br>(0.812) | 6.275<br>(0.013)  | 0.205<br>(0.652) | 11.441<br>(0.001) | 0.278<br>(0.599) | 10.122<br>(0.002) |
| Repeticiones<br>MS             | 198 | 166.471<br>(0.000) | 0.416<br>(0.520) | 0.524<br>(0.470)  | 3.773<br>(0.054) | 0.461<br>(0.498)  | 0.020<br>(0.887) | 0.001<br>(0.982)  |
| Percentil MI                   | 196 | 202.207<br>(0.000) | 0.739<br>(0.001) | 1.011<br>(0.316)  | 0.137<br>(0.712) | 5.935<br>(0.016)  | 0.229<br>(0.633) | 1.253<br>(0.264)  |
| Percentil MS                   | 198 | 157.613<br>(0.000) | 0.990<br>(0.321) | 23.690<br>(0.000) | 4.117<br>(0.044) | 5.347<br>(0.022)  | 0.637<br>(0.426) | 0.113<br>(0.737)  |

*Nota:* Datos muestran los resultados de la ANOVA mixta de tres vías. Abreviatura: C24= Entrenamiento combinado 24 sesiones; C32= Entrenamiento combinado 32 sesiones; IMC= Índice de masa corporal; F= Femenino; M= Masculino.

Elaboración propia con base en los resultados.



Anexo 8

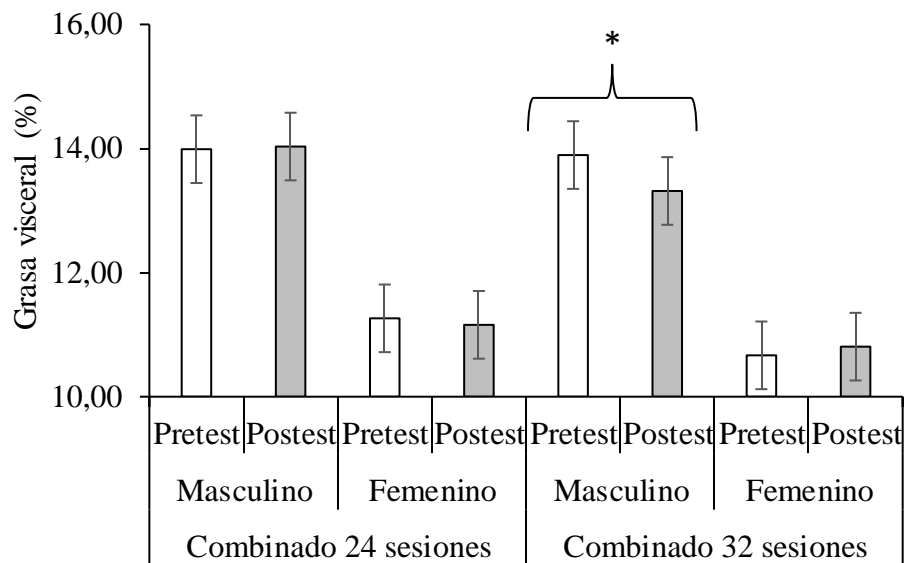


Figura 16. Comparación de la grasa visceral de los participantes al Programa por tipo de intervención, género y mediciones. Abreviaturas: \* =  $p < 0.05$  entre pre y postest sólo para el grupo masculino que realizó entrenamiento de 32 sesiones.

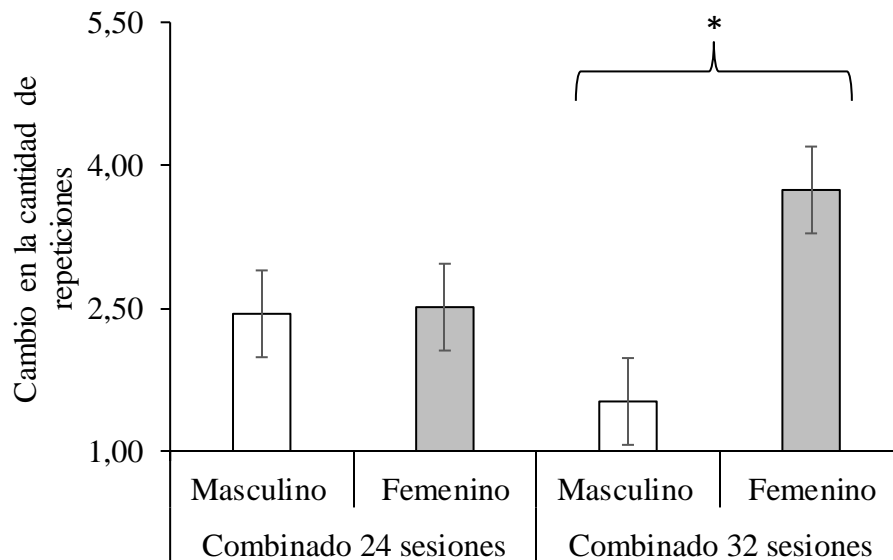


Figura 17. Comparación de la magnitud de cambio en la cantidad de repeticiones de miembros inferiores de los participantes al Programa por tipo de intervención y género. Abreviaturas: \* =  $< 0.05$  entre masculinos y femeninos para el grupo que realizó entrenamiento de 32 sesiones.