UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

EFECTO GENERAL Y RESIDUAL DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE PARA ADULTOS MAYORES. COMPONENTES DE LA CONDICIÓN FÍSICA, CARGA INTERNA Y ADHERENCIA.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA:

SILVIA CAROLINA MEDRANO MENA

DICIEMBRE 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

EFECTO GENERAL Y RESIDUAL DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE PARA ADULTOS MAYORES. COMPONENTES DE LA CONDICIÓN FÍSICA, CARGA INTERNA Y ADHERENCIA.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA

SILVIA CAROLINA MEDRANO MENA

DIRECTOR DE TESIS

DRA. ROSA MARÍA CRUZ CASTRUITA

DICIEMBRE 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

EFECTO GENERAL Y RESIDUAL DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE PARA ADULTOS MAYORES. COMPONENTES DE LA CONDICIÓN FÍSICA, CARGA INTERNA Y ADHERENCIA.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA

SILVIA CAROLINA MEDRANO MENA

CODIRECTOR DE TESIS

DRA. MINERVA THALÍA JUNO VANEGAS FARFANO

DICIEMBRE 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

EFECTO GENERAL Y RESIDUAL DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE PARA ADULTOS MAYORES. COMPONENTES DE LA CONDICIÓN FÍSICA, CARGA INTERNA Y ADHERENCIA.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA

SILVIA CAROLINA MEDRANO MENA

CODIRECTOR DE TESIS

DR. GERMÁN HERNÁNDEZ CRUZ

DICIEMBRE 2020

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FOD
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

Dra. Rosa María Cruz Castruita, como directora de tesis interna de la Facultad de Organización Deportiva, acredito que el trabajo de tesis doctoral de la **Mtra. Silvia Carolina Medrano Mena**, titulado **"Efecto general y residual de un programa de entrenamiento multicomponente para adultos mayores. Componentes de la condición física, carga interna y adherencia"** se ha revisado y concluido satisfactoriamente, bajo los estatus y lineamientos marcados en la guía de la escritura de tesis de doctorado, propuesta por el comité doctoral de nuestra facultad, recomendando dicha tesis para su defensa con opción al grado de **Doctor en Ciencias de la Cultura Física.**

Dra. Rosa María Cruz Castruita
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Subdirectora del área de Posgrado e Investigación

San Nicolás de los Garza, N. L. Diciembre 2020

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FOD
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

"Efecto general y residual de un programa de entrenamiento multicomponente para adultos mayores. Componentes de la condición física, carga interna y adherencia"

Presentado por:
MAFyD Silvia Carolina Medrano Mena

El presente trabajo fue realizado en la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en Nombre de las instituciones adjuntas del Centro para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y el Centro de Bienestar y Salud Servicios Médicos, UANL, bajo la dirección de la Dra. Rosa María Cruz Castruita, la Dra. Minerva Thalía Juno Vanegas Farfano y el Dr. Germán Hernández Cruz, como requisito para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Cultura Física, programa en conjunto con la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Dra. Rosa María Cruz Castruita
DIRECTOR

Dra. Minerva Thalía Juno Vanegas Farfano
CO-DIRECTOR

Dr. Germán Hernández Cruz
CO-DIRECTOR

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Subdirectora del Área de Posgrado e Investigación

San Nicolás de los Garza, N. L. Diciembre 2020

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FOD
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

"Efecto general y residual de un programa de entrenamiento multicomponente para adultos mayores. Componentes de la condición física, carga interna y adherencia"

Presentado por:

Mtra. Silvia Carolina Medrano Mena

Aprobación de la Tesis por el Jurado de Examen:

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera
Facultad de Organización Deportiva
Presidente

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Facultad de Organización Deportiva
Secretario

Dr. Ricardo López García
Facultad de Organización Deportiva
Vocal 1

Dra. Norma Angélica Borbón Castro
Universidad Estatal de Sonora
Vocal 2

Dr. Takahiro Sato
Western New Mexico University
Vocal 3

Dra. Nancy Cristina Banda Sauceda
Facultad de Organización Deportiva
Suplente

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Subdirectora del área de Posgrado

San Nicolás de los Garza, N. L. Diciembre 2020

Agradecimientos

Comienzo dando estos agradecimientos a Dios, el ser supremo que guía mi fe y mi voluntad para ayudar al prójimo, quien, en los momentos de flaqueza y desesperación, con su infinita misericordia condujo mis pasos hacia el camino correcto.

Enteramente agradecida con mis padres Rosa María Mena Nevárez y Carlos Medrano Peña, ellos a pesar de la distancia, siguen siendo el pilar fundamental para poder lograr las metas que me propongo, ellos siempre tuvieron las palabras correctas para aliviar mi cansancio y mejorar mi ánimo, todos mis éxitos se los debo y deberé a ellos. A mis hermanos Carlos Alberto y Verónica Medrano Mena, por ser ese motor que día a día me impulsó a demostrarles lo mejor de mí y que los sueños si se pueden cumplir.

Gracias infinitas a mi abuelita Tomasa Nevárez Carrasco, mi inspiración para este gran logro. Mi segunda madre que, con su amor y cariño infinito a lo largo de todos estos años, me ha enseñado a ser respetuosa y servicial con el prójimo. Faltarían las hojas para poder describir la admiración y amor que siento por ella.

Totalmente agradecida con José Raúl Hoyos Flores, por haber llegado a mi vida en el momento que menos esperaba, cruzar este largo camino de su mano hizo de esta experiencia emocionante y llena de retos. Mi total admiración, cariño, respeto y amor por el que ahora es mi compañero de vida.

Muchas gracias a mi tío Gustavo Mena Nevárez y a Juan Manuel Vázquez Saucedo, por siempre tener para mí las palabras correctas de aliento y motivación, por estar en mi vida siendo un excepcional ejemplo para seguir. Dos figuras de las que no hay día que no deje de aprender algo nuevo que me vuelve mejor persona, gracias por transmitirme paz y sabiduría.

Agradezco infinitamente a mi directora de tesis la Dra. Rosa María Cruz Castruita, pues fue ella quien puso su fe y su confianza en mí, mucho antes de que yo la tuviera. A través de todo este proceso de aprendizaje me llevo de ella no solo un conocimiento más a mi memoria, si no también, la grata experiencia de haber convivido y aprendido con un ser humano que me ha demostrado como ser grande con la lealtad,

el compromiso, el respeto y gozo por el trabajo, un trabajo que será para dar a los demás.

Gracias a todos mis maestros, co-directores de tesis y sinodales, que formaron parte de este proyecto doctoral, pues con sus consejos, experiencia, profesionalismo y dedicación, fue posible construir cada apartado de este trabajo.

Quedo totalmente agradecida con mis adultos mayores del Centro de Salud y Bienestar de Servicios Médicos, UANL, pues me llevo de ellos gratos y bonitos recuerdos, experiencias que me han marcado de por vida y que se vuelven parte de mi motor para seguir emprendiendo muchos proyectos más. Así también, muchas gracias a la institución Servicios Médicos, UANL, y al DIF los Altos, por haberme dado la atención, seguimiento y acceso a sus instalaciones, sin ellos no habría sido posible lograrlo.

Finalmente, pero no menos importante, gracias a la Facultad de Organización Deportiva, UANL, por haberme abierto sus puertas mucho antes de haber empezado con mis estudios a nivel doctoral. Gracias a todo ese proceso que llevó años para mi formación, puede encontrar a maestros de esta facultad que marcaron mi vida, se convirtieron en un ejemplo para mí y me ayudaron a querer ser mejor cada día, gracias M.C. Georgino Almanza Medellín, Dra. Rosa María Cruz Castruita, Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera, Dr. Hugo Aguirre Zuazua y Dr. José Leandro Tristán Rodríguez.

Resumen

La funcionalidad física es un factor crucial de la calidad de vida, que a medida que se presenta el proceso de envejecimiento, esta se ve comprometida. Los efectos positivos del ejercicio físico sobre la capacidad funcional de un adulto mayor y una adherencia efectiva a la actividad física con la finalidad de propiciar a un cambio de estilo de vida saludable pueden obtenerse de una manera más eficiente cuando en la intervención se incluye más de un componente de acondicionamiento físico, denominado programa multicomponente.

El objetivo general de esta investigación fue analizar el efecto general y residual de un programa de entrenamiento multicomponente sobre los componentes de la condición física, la carga interna y la adherencia a la actividad física, en adultos mayores de centros sociales de Monterrey, Nuevo León y su área metropolitana. Se trata de un estudio con diseño cuasiexperimental, los sujetos fueron seleccionados a través de un muestreo por conveniencia de acuerdo con los criterios de inclusión, después asignados de manera aleatoria a los grupos de participación: grupo experimental (GE) y un grupo control (GC). En ambos grupos se realizaron seis mediciones, divididas en dos etapas del programa cuya finalidad consistió en evaluar como primera fase los resultados obtenidos de la intervención física, y en una segunda etapa, evaluar los efectos residuales obtenidos en una fase de reposo para el grupo inactivo (G1) y la adherencia para el grupo activo (G2).

El análisis de los datos fue con el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 25.0, a través de medidas de tendencia central, análisis exploratorio con la prueba de Shapiro-Wilk, análisis inferencial con la prueba *t* de student con un nivel de significancia de $p < .05$ y $p < .01$ y con la prueba U de Mann Whitney.

Los resultados mostraron que la intervención del programa de entrenamiento multicomponente logró diferencias significativas ($p < .05$) entre grupos y sujetos para las variables de las capacidades físicas y carga interna, medida a través de la variabilidad de la frecuencia cardiaca. Sin embargo, no fue posible apreciar cambios significativos en algunas de las variables de composición corporal en el lapso de seis meses. La presión arterial y el perfil lipídico presentaron cambios significativos ($p < .05$)

en el GC, el cual tuvo aumentos de los valores durante este periodo. La evaluación del efecto residual en la segunda etapa mostró que la DMO para el G2 (activo físicamente) mejoró significativamente. La capacidad de fuerza y resistencia se ven comprometidas en el G1 al tener una pérdida significativa a los seis meses de inactividad física. La variabilidad de la frecuencia cardiaca se mantuvo estable para el G1 y no mejoró para el G2. El programa mostró ser efectivo en la adherencia a la actividad física pues el 90% del G2 se mantuvo activo.

Se concluye que el programa de entrenamiento multicomponente es efectivo para producir cambios efectivos sobre la condición física, variabilidad de la frecuencia cardiaca y algunos parámetros de composición corporal aún sin tener una intervención nutricional. El programa parece tener efectividad sobre la adherencia a la actividad física y en el efecto residual a los seis meses de detener el entrenamiento.

Abstract

Physical functionality is a crucial factor in quality of life, which is compromised as the aging process occurs. The positive effects of physical exercise on the functional capacity of an older adult can be obtained in a more efficient way when the intervention includes more than one component of physical conditioning, called a multi-component program.

The general objective of this research was to analyze the general and residual effect of a multi-component training program on the components of physical condition, internal load and adherence to physical activity, in older adults from social centers in Monterrey, Nuevo León and its Metropolitan area. This is a study with a quasi-experimental design, the subjects were selected through a convenience sampling according to the inclusion criteria, then randomly assigned to the participation groups: experimental group (GE) and a control group (GC). Six measurements were carried out in both groups, divided into the two stages of the program.

For the analysis of the data, the statistical package SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 25.0 was used, descriptive statistics was applied through central tendency measures, exploratory analysis with the Shapiro-Wilk test, parametric statistics through the inferential analysis with the student's t test; significance level of $p < .05$ and $p < .01$ and Mann Whitney U nonparametric statistic.

The results obtained were approached based on how the specific objectives were stated. The intervention of the multicomponent training program managed to show significant differences ($p < .05$) between groups and subjects of each group for the variables of physical capacities and internal load, measured through the variability of heart rate, as well as an effective adherence to physical activity. However, it was not possible to appreciate significant changes in body composition variables since they were constant over the span of six months. Blood pressure and lipid profile presented significant changes ($p < .05$) in which it was shown that the CG was the one that had increases in values during this period. The residual effect, measured in the second stage, it was observed that the BMD for G2 (physically active) improved significantly. Strength and endurance capabilities are compromised in the G1 by having a significant loss after six months of physical inactivity. Heart rate variability was stable for G1 and

did not improve for G2. The program was shown to be effective in adhering to physical activity since 90% of G2 remained active.

It is concluded that the multicomponent training program is effective in producing effective changes in physical condition, heart rate variability, and some parameters of body composition even without nutritional intervention. The program appears to be effective on adherence to physical activity and to have permanent effects during a six-month residual effect stage.

Tabla de Contenido

Introducción 1

Capítulo 1. Fundamentos Teóricos 10

1.1 Envejecimiento poblacional a nivel mundial, nacional y regional 10

1.2 Envejecimiento biológico 13

1.3 La funcionalidad en el adulto mayor 17

1.4 Factores determinantes en la perdida de funcionalidad 19

1.4.1 Fragilidad y pre- fragilidad. 19

1.4.2 Caídas. 21

1.5 Relación entre el índice de masa corporal y la funcionalidad 22

1.6 Actividad física en el adulto mayor 24

1.7 Condición física en el adulto mayor 25

1.7.1 Fuerza muscular. 25

1.7.2 Resistencia aeróbica. 26

1.7.3 Flexibilidad articular. 26

1.7.4 Coordinación y equilibrio corporal. 27

1.7.5 Beneficios de tener una buena condición física en la vejez. 28

1.8 Modelo de Toronto de condición física, actividad física y salud 30

1.9 Bases fundamentales del entrenamiento 34

1.9.1 Variabilidad de la frecuencia cardiaca como medida de entrenamiento. 36

1.10 Programa multicomponente 41

1.11 Etapa de efecto residual del entrenamiento 43

1.12 Adherencia a la actividad física 47

1.12.1 Modelo Transteórico. 49

1.14 Antecedentes de otros estudios 54

1.15 Conceptualizaciones y clasificaciones en torno a las variables 57
Capítulo 2. Fundamentos Metodológicos 59
2.1 Variables del estudio 59
2.2 Diseño del estudio 60
2.3 Universo y muestra 61
2.4 Criterios de inclusión 62
2.5 Criterios de exclusión 62
2.6 Criterios de eliminación 62
2.7 Materiales y métodos 63
2.7.1 Relación de métodos y/o técnicas con remisión a instrumentos y mediciones. 63
2.7.1.2 Componentes de la condición física. 63
2.7.1.2.1 Componente morfológico. 64
2.7.1.2.2 Componente muscular. 66
2.7.1.2.3 Componente cardiorrespiratorio. 67
2.7.1.2.4 Componente Metabólico. 68
2.7.1.3 Variabilidad de la frecuencia cardiaca. 69
2.7.1.4 Adherencia a la actividad física. 70
2.7.1.5 Fiabilidad y validez de los instrumentos. 70
2.8 Explicación pormenorizada de recolección de datos 71
2.8.1 Procedimiento de la aplicación del tratamiento. 73
2.9 Procesamiento de los datos 77
2.10 Consideraciones éticas 78
Capítulo 3. Resultados 80
3.1 Proceso de selección de la muestra 80

3.2 Características sociodemográficas y clínicas de los participantes..... 82
3.2.1 Características sociodemográficas. 82
3.2.2 Características clínicas. 84
3.3 Componentes de la condición física de los participantes 85
3.3.1 Resultados del componente morfológico. 86
3.3.2 Resultados del componente muscular. 93
3.3.3 Resultados del componente cardiorrespiratorio. 94
3.2.4 Resultados del componente metabólico. 97
3.4 Resultados del efecto del entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca 100
3.5 Resultados de la adherencia a la actividad física 103
3.6 Resultados del efecto residual del programa de entrenamiento 108
3.6.1 Resultados del componente morfológico. 108
3.6.2 Resultados del componente muscular. 114
3.6.3 Resultados del componente cardiorrespiratorio. 115
3.6.4 Resultados del componente metabólico. 117
3.6.5 Resultados del efecto de entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca. 118
Capítulo 4. Discusión 121
4.1 Características sociodemográficas y clínicas 121
4.2 Componentes de la condición física 122
4.2.1 Componente morfológico. 122
4.2.2 Componente muscular. 126
4.2.3 Componente cardiorrespiratorio. 127
4.2.4 Componente metabólico. 130

4.3 Efecto del entrenamiento sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca 131
4.3.1 Justificación de la alta variabilidad entre sujetos (desviaciones estándar altas). 131
4.3.2 Comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardiaca..... 131
4.4 Adherencia de la actividad física 133
4.5 Efecto residual del entrenamiento 136
4.5.1 Componentes de la condición física. 136
4.5.2 Variabilidad de la frecuencia cardiaca. 140
Limitaciones del estudio 141
Nuevas líneas de investigación 142
Conclusiones 143
Referencias Bibliográficas 147
Anexo A. Main sections of the doctoral thesis 190
Anexo B. Consentimiento informado y asunción de responsabilidades..... 241
Anexo C. Ficha de datos generales 243
Anexo D. Composición corporal y pruebas de laboratorio. 246
Anexo F. Senior Fitness Test (SFT) 247
Anexo G. Evaluación etapas de cambio 248
Anexo H. Material del programa 249
Anexo I. Sesión de entrenamiento 198

Índice de tablas

Tabla **Página**

1.Cambios estructurales y sus consecuencias fisiológicas en el proceso de envejecimiento……..... 15
2. Beneficios de entrenamiento cardiovascular, fuerza y flexibilidad……. 29
3. Componentes de la condición física: factores, definición y alteraciones……... 33
4. Factores internos y externos que influyen sobre la VFC…….. 38
5. Farmacología que incide sobre a VFC……..... 38
6. Análisis del dominio del tiempo por rango de edad……. 40
7. Referencias para el dominio del tiempo y estratificación del nivel de riesgo cardiovascular……..... 41
8. Residuos del entrenamiento: tipo, atribución e índice de pérdida……. 44
9. Factores influyentes en la duración del efecto residual del entrenamiento a corto plazo…….. 46
10. Gráfico de protocolo general……. 61
11. Ejemplo de distribución de semanas en etapas de entrenamiento……. 74
12. Prescripción de ejercicios por capacidad…… 76
13. Características sociodemográficas de los participantes del GE y GC…… 83
14. Características músculo esqueléticas de los participantes……..... 85
15. Análisis inferencial de la talla, peso e IMC entre grupos de participación…..... 86
16. Análisis inferencial entre grupos de participación en las variables de composición corporal…… 89
17. Análisis inferencial de los parámetros de presión arterial entre grupos de participación……..... 95
18. Análisis inferencial de los parámetros de glucosa, triglicéridos y colesterol entre grupos de participación…….. 97
19. Análisis inferencial de los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos de participación……..... 100
20. Análisis descriptivo de las etapas de cambio primera etapa, entre grupos de participación……... 104

21. Análisis descriptivo de las etapas de cambio segunda etapa, entre sujetos de los grupos de participación…….. 107
22. Análisis inferencial de peso, talla e IMC entre grupos de participación……..... 109
23. Análisis inferencial de la composición corporal entre grupos de participación……..... 109
24. Análisis inferencial de la capacidad de flexibilidad de tren superior e inferior entre grupos de participación…….. 113
25. Análisis inferencial de la capacidad de fuerza muscular de tren superior e inferior entre grupos de participación……. 114
26. Análisis inferencial de la presión arterial entre grupos de participación…….. 115
27. Análisis inferencial de resistencia aeróbica entre grupos de participación……. 116
28. Análisis inferencial de glucosa, triglicéridos y colesterol entre grupos de participación……..... 117
29. Análisis inferencial de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos de participación……. 119
30. Análisis inferencial de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre sujetos de cada grupo de participación…….. 120

Índice de figuras

Figura **Página**

1. Modelo de Toronto de Condición Física, Actividad Física y Salud…….. 31
2. Clasificación tradicional de los componentes de la condición física en función de su relación con la salud y el rendimiento deportivo.…… 32
3. Modelo espiral de las etapas de cambio…….. 51
4. Relación entre las etapas de cambio, procesos de cambio, balance decisional, autoeficacia y tentación…… 53
5. Flujograma de recolección de datos……. 73
6. Diagrama de flujo del proceso de participación…….. 81
7. Nivel de escolaridad por grupo de participación……. 84
8. Principales patologías registradas por grupo de participación……. 84
9. Comparación del peso (kg) intra- sujetos……. 87
10. Comparación del IMC (kg/m^2) intra- sujetos…….. 87
11. Comparación de la talla (mts) intra- sujetos…….. 86
12. Comparación de los parámetros de composición corporal intra- sujetos 90
13. Comparación de la masa corporal entre sujetos de participación……. 91
14. Comparación la capacidad de flexibilidad de tren superior entre grupos y sujetos de participación…… 92
15. Comparación de la capacidad de flexibilidad de tren inferior entre grupos y sujetos de participación…… 93
16. Comparación de la capacidad de fuerza de tren inferior entre grupos y sujetos de participación…… 93
17. Comparación de la capacidad de fuerza de tren superior entre grupos y sujetos de participación…… 94
18. Comparación de la presión arterial sistólica entre grupos y sujetos de participación……... 95
19. Comparación de la presión arterial diastólica entre grupos y sujetos de participación……... 96
20. Comparación de la capacidad de resistencia entre grupos y sujetos de participación……... 97

21. Comparación de los parámetros de triglicéridos entre grupos y sujetos de participación……... 98
22. Comparación de los parámetros de colesterol entre grupos y sujetos de participación……... 99
23. Comparación de los parámetros de glucosa entre grupos y sujetos de participación……... 100
24. Comparación del índice rMSSD de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos y sujetos de participación……. 101
25. Comparación del índice pNN50 de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos y sujetos de participación……. 102
26. Comparación del índice SS de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos y sujetos de participación……. 103
27. Clasificación de la adherencia a la actividad física del GC y GE en la toma basal según las etapas de cambio……... 105
28. Clasificación de la adherencia a la actividad física del GC y GE en la toma intermedia según las etapas de cambio…….. 105
29. Clasificación del GC y GE en las etapas de cambio según el modelo Transteórico de cambio en la evaluación final……. 106
30. Clasificación del G1 y G2 en las etapas de cambio según el modelo Transteórico de cambio en la evaluación final……. 108
31. Comportamiento de la densidad mineral ósea de la pelvis entre grupos de participación……... 111
32. Comportamiento de la densidad mineral ósea del cuerpo total entre grupos de participación…… 111
33. Comportamiento de la densidad mineral ósea de la columna entre sujetos de participación……. 112
34. Comportamiento de la densidad mineral ósea de la zona lumbar entre sujetos de participación…… 112
35. Comportamiento de la masa magra total entre sujetos de participación 113
36. Comparación de la capacidad física de fuerza de tren inferior entre sujetos de participación…… 115

37. Comparación de la capacidad física de resistencia entre sujetos de participación……... 116
38. Comportamiento de la glucosa en la comparación entre grupos de participación……... 117
39. Comportamiento de los triglicéridos en la comparación entre grupos de participación……... 118

Glosario de Abreviaturas

Abreviatura	Término
AAVD	Actividades Avanzadas de la Vida Diaria
ABVD	Actividades Básicas de la Vida Diaria
ACSM	American College of Sports Medicine
AF	Actividad Física
AIVD	Actividades Instrumentales de la Vida Diaria
AM	Adulto Mayor
AVD	Actividades de la Vida Diaria
AvRR	Media de la duración de todos los intervalos RR medido en milisegundos.
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
FAB	Escala de balance avanzado de Fullerton
GC	Grupo Control
GE	Grupo Experimental
GPS	Sistema de Posición Global
IMC	Índice de Masa Corporal
INAPAM	Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores
INEA	Instituto Nacional para la Educación de los Adultos
LnrMSSD	Logaritmo neperiano de la rMSSD
OMS	Organización Mundial de la Salud
pNN50	Porcentaje de todos los intervalos RR que tengan una diferencia mayor a 50 milisegundos.
rMSSD	Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR medida en milisegundos.
RR	Intervalo de tiempo existente entre latido y latido medido en milisegundos.
SD1	Desviación estándar de todos los intervalos ortogonales de los puntos RR graficado de manera transversal en el diagrama de Poincaré.

SD2	Desviación estándar de todos los intervalos ortogonales de los puntos RR graficado de manera longitudinal en el diagrama de Poincaré.
SDNN	Desviación estándar de todos los intervalos RR del periodo promedio, medida es milisegundos.
TMA	Análisis de tiempo y movimiento
TTM	Modelo Transteórico
VFC	Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca

Introducción

El envejecimiento trata de un proceso de carácter fisiológico que inicia desde la concepción y durante el proceso de maduración produce una serie de cambios que son de carácter degenerativo. Entre los principales fenotipos del envejecimiento se encuentran la pérdida de masa magra corporal, acentuación en la inestabilidad del metabolismo y cambios en la funcionalidad (Ferrucci, Hesdorffer, Bandinelli y Simonsick, 2010), estos cambios van repercutiendo en la adaptación que el organismo tiene al medio ambiente en el que está rodeado (Landinez, Contreras y Castro, 2012). Las enfermedades crónicas (hipertensión, diabetes, sedentarismo, entre otras) también producen cambios en el cuerpo y organismo, asociándoles la perdida de funcionalidad, similar a aquellos síndromes y fenotipos que ya son tradicionalmente atribuidos al proceso de envejecimiento (Glass y Roubenoff, 2010). Se ha encontrado que enfermedades como la diabetes, hipertensión, cáncer e insuficiencia renal tienen una relación con la pérdida acelerada de masa muscular, el incremento relativo del tejido adiposo y un aumento de la tasa metabólica basal (Ruggiero et al., 2008). Lo que supone entonces, que las enfermedades y el proceso de envejecer, comparten los mismos fenotipos y quizá hasta mecanismos de acción similares (Ferrucci et al., 2010).

Los cambios generados por el envejecimiento y la enfermedad al afectar la funcionalidad y el estado de salud del adulto mayor (AM), también conducen a la disminución de la energía; por lo tanto, cuando las demandas de energía no corresponde al valor energético del adulto, conlleva progresivamente al aumento de peso, ocasionando una producción y desarrollo de una serie de enfermedades crónicas y sus respectivas complicaciones que, sin un tratamiento adecuado, concluye en discapacidad, institucionalización y mortalidad para los AM (Landinez, Contreras y Castro, 2012; Santanasto et al., 2017).

La alteración de los parámetros bioquímicos y composición corporal, son considerados elementos propicios para la adquisición y complicación de enfermedades crónicas. Diversos estudios han comprobado que, en intervenciones dirigidas a mejorar el nivel de actividad física, los beneficios obtenidos se han reflejado en mejores resultados del perfil metabólico, en la disminución de enfermedades crónicas y en aumentar la longevidad en las poblaciones de mayor edad (Kendall y

Fairman, 2014; Stathokostas, Little, Vandervoort y Paterson, 2012; Vroege et al., 2014).

Por lo tanto, realizar actividad física (AF) de manera regular, con una estructura establecida y una correcta planificación, da como resultado una asociación positiva hacia la salud, gracias a que se logra aumentar la condición física y reducir el riesgo de morbilidad y mortalidad. De tal forma que ser activo físicamente, puede tener un impacto en la mejora del estado de salud y funcionalidad en esta población (Landinez, Contreras y Castro, 2012).

El realizar ejercicio físico tiene como finalidad mantener y mejorar el nivel de condición física, lo cual se puede obtener a través del entrenamiento, a partir de la planificación de las cargas externa e interna del entrenamiento, en forma estructurada y repetitiva (Bompa, 2009; Fernández-Castanys y Delgado, 2003; Lanier, 2005). La carga interna (estrés fisiológico, biológico y psicológico relativo como respuesta a la carga externa del entrenamiento) es medible a través de elementos fisiológicos como la electromiografía, el consumo de oxígeno y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), esta última refiriéndose a las diferencias o variaciones que hay en la frecuencia de los latidos cardiacos en un intervalo de tiempo. Esto permite monitorear el entrenamiento y evaluar aspectos como fatiga, recuperación, adaptabilidad, entre otros (Buchheit, 2014), se trata de un método no invasivo es de fácil acceso y comodidad. Sin embargo, la monitorización de la VFC aún persiste en ser actualmente una vertiente poco estudiada en los AM (Albinet et al., 2010; da Silva et al., 2016), desde el área de la actividad física para la salud.

Actualmente, el concepto de condición física saludable se define como el potencial que tiene un organismo vivo para enfrentarse a los retos físicos, definiéndola como la unión del conjunto de las distintas capacidades físicas del individuo (Fuentes, 2011). Bouchard y Shepard (1993) en el Modelo de Toronto de Condición Física, Actividad Física y Salud, plantean que la condición física saludable se integra por cinco componentes; 1. Morfológico, el cual se basa en la composición corporal, flexibilidad articular y densidad ósea, 2. Muscular, compuesto por fuerza, potencia y resistencia, 3. Cardiorrespiratorio, basado en resistencia cardiorrespiratoria y presión arterial, 4. Metabólico, constituido por la tolerancia a la glucosa y el metabolismo de las grasas

(triglicéridos, colesterol, lipoproteínas, entre otros) y 5. Motor, compuesto por la agilidad, coordinación y equilibrio. Por medio de estos componentes, es posible determinar cuáles son esas adaptaciones que se obtienen a nivel fisiológico y que están presentes en función al nivel de AF, siendo considerados para este estudio la mayoría de ellos, a excepción de la agilidad y la potencia.

Los beneficios del ejercicio físico sobre la salud y funcionalidad del AM pueden obtenerse de una manera más eficiente cuando en la estructura de los programas físicos se implementan diversas capacidades físicas: fuerza, resistencia, flexibilidad o equilibrio, esto en comparación a un entrenamiento exclusivo de un solo componente (Cadore, Izquierdo y Casas, 2014). El trabajo simultáneo de varias capacidades físicas, conocido como programa multicomponente, permite desarrollar de manera autónoma actividades que son básicas en la vida diaria; como lo es asearse, subir y bajar escaleras, levantarse de la silla, caminar y/o usar una silla de ruedas. Medir estas capacidades permiten estimar el nivel de funcionalidad y de AF del AM, lo que le permite poder adoptar un estilo de vida más activo y mejorar su calidad de vida (Justine et al., 2011).

Los programas multicomponentes, al trabajar más de una capacidad física, han demostrado tener cambios positivos en la capacidad funcional, lo que demuestra que las ganancias obtenidas de la actividad física regular durante la vejez, favorecen a la disminución del desarrollo y padecimiento de enfermedades crónicas, la institucionalización, la perdida de habilidad cognitiva y funcional y por ende a la disminución de la tasa de mortalidad (Cadore et al., 2014).

La evidencia científica revisada hasta el momento demuestra que en el aspecto metodológico las principales características de los programas multicomponentes son utilizar principalmente la combinación de las capacidades de equilibrio, resistencia, fuerza muscular y resistencia cardiovascular. Para desarrollar fuerza por lo general utilizan máquinas de musculación, los periodos de duración oscilan entre ocho y 12 semanas, una cantidad menor, informa periodos de seis meses o hasta dos años, con una frecuencia de tres sesiones de 30 o 50 minutos por semana (Cadore et al., 2014; Marquez et al., 2011; Patil et al., 2015; Sousa y Mendes, 2013; Tarazona-Santabalbina, 2016).

A pesar de contar con evidencia que alude respecto a los beneficios que puede aportar la implementación de programas con este tipo de estructura en el estado de salud, Bouaziz et al. (2016) a través de una revisión sistemática refieren que siguen siendo pocos los programas multicomponentes diseñados e implementados para el AM. La posible respuesta a esta problemática está en la complejidad que implica el diseño y planificación del programa, así como la falta de difusión entre la población adulta y los profesionales del área. Pese a que la aplicación de los programas multicomponentes ya se ha llevado a cabo en distintos lugares del mundo y con distintos propósitos (Cadore et al., 2014; Forte et al., 2013; Kim, Chey y Lee, 2017; Taguchi, Higaki, Inoue, Kimura y Tanaka, 2010; Turunen et al., 2017), actualmente con base a la extensa búsqueda reciente, no se ha encontrado la suficiente evidencia científica de que en México se haya dado la implementación de programas de ejercicios con estructura multicomponente. Sin dejar de lado que en la actualidad los modelos de salud tienden a prestar más atención a los grupos constituidos por niños y adultos jóvenes como medida de prevención ante las enfermedades (Cárdenas, González y Lara, 2012).

La AF resulta ser una conducta multifactorial, debido a las diferentes variables personales que están involucradas en el proceso de apego y mantenimiento hacia un hábito saludable. Estas variables son herramientas útiles para poder deducir algunos de los comportamientos o conductas que están asociadas a la salud, por lo que son considerados factores que ayudan o limitan a la adherencia a la actividad física o programas de entrenamiento. Se considera entonces que, aunque el adulto tenga una participación activa (física, psicológica y socialmente), determinadas áreas de su comportamiento interfieren en cierta medida, lo que dificulta la adherencia y mantenimiento de la conducta saludable (Pender, Murdaugh y Parsons, 2011). De tal forma que para poder determinar si el individuo a lo largo de una intervención produce un cambio en su conducta (cambio de hábito), la utilización de las etapas de cambio del modelo transteórico, resulta ser una forma viable para evaluar el éxito de la adherencia a un programa (Prochaska y Velicer, 1997), esto dado a que permite clasificar al individuo antes de una intervención y ver su evolución una vez finalizada, además de ya tener aplicación dentro del área de la actividad física.

Actualmente hay suficiente literatura relacionada con las barreras y facilitadores que influyen para la realización de AF, pero aún queda la necesidad de saber aquellos elementos que contribuyen en la participación y por consecuencia adherencia. Entre la poca literatura existente, un estudio reciente (Lacy-Vawdon et al., 2018) cuyo contenido se basa en una revisión sistemática, hace referencia a factores sociales como lo es: homogeneidad, cultura, género, necesidades, preferencias y habilidades de cada individuo, reporte personal de avance y beneficios, características del instructor y características propias de los programas, como elementos fundamentales para que se propicie la adquisición de una adherencia a la AF dentro de un programa estructurado.

Pese a que existe la suficiente literatura que demuestre y respalde el beneficio que la actividad física puede tener en la salud del adulto mayor (Bauman et al., 2016; Kwok y Tong, 2014; Maki et al., 2012; Moore, Warburton, O'Halloran, Shields y Kingsley, 2016), sigue existiendo la duda de por qué en la actualidad prevalece la poca cantidad de población de AM que práctica actividad física. Recientemente se reportó que aproximadamente el 55% de los adultos de 50 años y más, a nivel mundial, no cumplen con el nivel de actividad física recomendado y en otros países se han dado registros de bajos niveles de participación y adherencia a la actividad (World Health Organization, 2014). Por otro lado, en países desarrollados como lo es Estados Unidos de América, los adultos de 65 años o más logran cumplir con una cantidad promedio de 20 minutos por día en actividades deportivas, físicas y recreativas (Bureau of Labor Statistics, 2016), por lo que, ante tales situaciones es necesario investigar empíricamente dentro de la ejecución del programa, la gama de factores que facilitan la asistencia y la adhesión de los participantes mayores.

Sin dejar de considerar que la adherencia es un factor que puede determinar el impacto de un programa de actividad física, el efecto residual, en sinergia a la adherencia, es también un punto clave para ver el beneficio y éxito de un programa. En base a lo que se ha revisado en la literatura, se ha encontrado en algunos estudios en entrenamiento de fuerza en población joven, que las ganancias obtenidas por el ejercicio son posteriores a tres, cinco e incluso 12 meses de desentrenamiento (Carvalho, Marques y Mota, 2009). Sin embargo, es importante mencionar que en la

población AM es poca la evidencia que hace referencia al estudio de este tema y la falta de claridad que se tiene en el tiempo de duración de los beneficios al finalizar la participación en los programas (Correa et al., 2013).

Dicho lo anterior, es importante diseñar estrategias de intervención en la que la actividad física debe ser enfocada a mantener y mejorar la salud y la calidad de vida del individuo. La idea se plantea puesto que el AM recurre a la utilización de los servicios de salud con mayor frecuencia que la población en general (cuatro veces más), y los servicios que demanda el AM suelen ser más costosos por el deterioro físico y mental, lo que requiere a personal capacitado para otorgar una correcta y efectiva atención integral. Esto resulta ser motivo necesario para lograr el trabajo multidisciplinario entre las áreas de salud, tecnología, economía, política, etc., para que puedan facilitar y potenciar aún más el mantenimiento de las capacidades mentales, físicas y sociales con fines a prevenir deterioro funcional en la edad avanzada y pérdidas financieras al sector salud (Foster y Walker, 2015).

De acuerdo con la información presentada previamente se plantea la siguiente *pregunta de investigación*, ¿cuál es el efecto general y residual de un programa de entrenamiento multicomponente sobre los componentes de la condición física, la carga interna del entrenamiento y la adherencia a la actividad física en adultos mayores funcionales asistentes a una institución de seguridad social y una de salud pública de Monterrey, Nuevo León y su área metropolitana?

A partir del análisis de los diversos factores influyentes en la salud del AM, la presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo, puesto que, al contar con un amplio sustento teórico, se delimita y plantea de manera concreta y deductiva el problema de estudio. El alcance del estudio es explicativo porque a partir del planteamiento de la hipótesis, se busca examinar el efecto de un programa como variable numérica independiente sobre las variables dependientes relacionadas con los componentes físicos, carga interna y adherencia, a través de la aplicación de un diseño cuasi experimental de dos grupos en condiciones naturales; grupo experimental (GE) y grupo control (GC). Los datos fueron recolectados con mediciones fisiológicas, cuestionarios, registro de datos y pruebas estandarizadas, se siguió un proceso

ordenado y estructurado, para posteriormente dar paso al análisis estadístico inferencial de todos los datos obtenidos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El estudio presenta una relevancia social y utilidad metodología al otorgar a la población adulta mayor una herramienta eficaz para la mejora de aspectos relacionados a la salud y hacer frente a los nuevos retos a los que las nuevas generaciones de la tercera edad se enfrentan. Se propone un nuevo método (programa de intervención física) que puede ser útil para los profesionales del área para la generación de conocimiento válido y confiable.

La presente tesis doctoral inicia al presentar un apartado introductorio, donde se da a conocer un panorama general que hace referencia al envejecimiento y a factores que se desencadenan por dicho proceso, enfatizando la influencia que éste tiene sobre las esferas de la salud física y social, destacando como parte fundamental todos los pro y contras que justifican la importancia de la práctica de actividad física en la población de la tercera edad. Todo esto con la finalidad de proporcionar nuevas estrategias de implementación de la actividad física a través de los programas con estructura de tipo multicomponente. Posteriormente, se plantea un amplio marco teórico, que da a conocer los fundamentos teóricos y empíricos con un desglose más profundo el cual sustenta la presente investigación. Se desarrolla la conceptualización, teorías, avances y novedades de cada una de las variables en relación con el sujeto de estudio. Después se plasma el capítulo dos que adentra al desglose minucioso de los fundamentos metodológicos aplicados a través del método científico, para la implementación del programa y logro de los objetivos planteados en el estudio. Posterior a esto, se desglosa el apartado de resultados, el cual se fracciona en la presentación detallada de lo que se obtuvo por cada objetivo específico. Finalmente se cierra con la presentación de la discusión y conclusiones a las que llegó la investigación con el apoyo de la literatura encontrada.

Con base a los datos presentados previamente el *objetivo general* del presente estudio fue, analizar el efecto general y residual de un programa de entrenamiento multicomponente sobre los componentes de la condición física (morfológico, muscular, cardiorrespiratorio, metabólico y motor), la carga interna del entrenamiento y la adherencia a la actividad física en adultos mayores funcionales asistentes a una

institución de seguridad social y una de salud pública de Monterrey Nuevo León y su área metropolitana. Para lograr el objetivo general del estudio se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Describir las características sociodemográficas y clínicas de los adultos mayores y por grupo de participación.
2. Evaluar la condición física a través del componente morfológico, muscular, cardiorrespiratorio, metabólico y motor, entre los adultos mayores y por grupo de participación antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente.
3. Evaluar el efecto del entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre los adultos mayores y por grupo de participación antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente.
4. Estimar en los adultos mayores de cada grupo de participación la adherencia a la actividad física en relación con las etapas de cambio del modelo Transteórico, antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente.
5. Evaluar el efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente a los 7, 9 y 12 meses en los componentes de la condición física y la carga interna del entrenamiento en los adultos mayores del grupo experimental uno.

A continuación, se presentan las hipótesis de investigación de diferencias de grupos porque se está buscando comparar el efecto (general y residual) del programa de entrenamiento multicomponente entre los grupos de participación:

H_1: El efecto general del programa multicomponente en la condición física no será igual por grupos de participación y entre mediciones.

H_2: El efecto general del programa multicomponente en la carga interna del entrenamiento no será igual por grupos de participación y entre mediciones.

H_3: La adherencia a la actividad física en los adultos mayores del grupo experimental presentará una transición desde la etapa de preparación hasta la de mantenimiento durante la participación en el programa.

H_4: Los adultos mayores del grupo experimental dos permanecerán en la etapa de mantenimiento durante la participación en la segunda parte del programa multicomponente.

H_5: El efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente en la tolerancia a la glucosa y metabolismo de las grasas en el grupo experimental uno estará parcialmente presente a los 7 y 9 meses.

H_6: El efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente en la tolerancia a la glucosa y metabolismo de las grasas en el grupo experimental uno se perderá a los 12 meses de finalizar el programa.

H_7: El efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente en la composición corporal, flexibilidad, resistencia, presión arterial y equilibrio en el grupo experimental uno estará parcialmente presente a los 9 meses.

H_8: El efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente en la composición corporal, flexibilidad, resistencia, presión arterial y equilibrio en el grupo experimental uno se perderá a los 12 meses de finalizar el programa.

H_9: El efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente en la densidad mineral ósea, agilidad y coordinación en el grupo experimental uno será total a los 12 meses de finalizar el programa.

H_{10}: El efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente en la carga interna estará parcialmente presente a los 7 y 9 meses en el grupo experimental uno.

H_{11}: El efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente en la carga interna se perderá a 12 meses de finalizar el programa en el grupo experimental uno.

Capítulo 1. Fundamentos Teóricos

El primer capítulo presenta los fundamentos teóricos base para contextualizar sobre el objeto de estudio de la presente investigación. Se abre paso con la presentación de la situación actual del adulto mayor en datos de estadística demográfica y esperanza de vida a nivel mundial, nacional y estatal. Se prosigue con un desglose de antecedentes teóricos relacionados al proceso de envejecimiento físico y fisiológico, se explica la importancia y beneficios de la actividad física y condición física en el adulto mayor desde un enfoque científico, de tal manera que, a partir de esta evidencia, se genera la propuesta sobre la implementación de un nuevo tipo de programa de entrenamiento. Dentro de las innovaciones realizadas para la investigación, se abordan los apartados de efecto residual, adherencia a la actividad física y variabilidad de la frecuencia cardiaca en adultos mayores. Para la construcción del apartado de los fundamentos teóricos se llevó a cabo la estrategia de esquematización de variables, establecidas en un índice para su seguimiento.

1.1 Envejecimiento poblacional a nivel mundial, nacional y regional

Los datos reportados por algunos autores informan que la población del mundo ha alcanzado los siete billones de personas en el año 2012, seis billones más que en el año 1800. Este incremento ha sido resultado de varios factores como los avances en el área de la medicina tecnológica y sistemas de salud pública, el control y tratamiento de las enfermedades transmisibles, el control de pandemias, el final de guerras a gran escala, mejoras en las condiciones de vida y las revoluciones en el campo de la agricultura, donde la combinación de todos estos factores ha dado como resultado un considerable incremento en la esperanza de vida de la población mundial (Mahishale, 2015).

Un aspecto clave en el aumento del envejecimiento poblacional es el avance en la esperanza de vida. En el año de 1950, la esperanza al nacer era de 65 años en las regiones desarrolladas del mundo y de 42 años en las regiones menos desarrolladas. Actualmente, la esperanza de vida en lugares desarrollados es de 78 años y solo de 68 años en las que están en proceso (World Population Ageing, 2013). El aumento en la esperanza de vida ha llevado y está llevando al mundo a un

envejecimiento poblacional. La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona estadísticas predictivas donde explica que, dado al incremento poblacional de la tercera edad, se espera que desde el año 2015 al 2050, los habitantes mayores de 60 años y más, se duplique de un 12 a 22% de su total, por lo que, para 2050, se espera que llegue a los 2,000 millones, un aumento de 900 millones con respecto a 2015. Para el 2050 el 80% de las personas mayores vivirá en países de bajos y medianos ingresos, dando como consecuencia el enfrentamiento de retos importantes para los sistemas sanitarios y sociales (OMS, 2015).

Estudios indican que a una escala de nivel mundial, los adultos mayores de 80 años o más, son ahora el segmento con más rápido crecimiento de la población total, ya que para los años de 1950, el número de AM de 80 años se estimaba en 6 millones en las regiones menos desarrolladas y 8 millones en las regiones más desarrolladas del mundo, ahora, se proyecta que la población aumente 35.1% entre 2010 y 2050, en comparación con un aumento del 18.8% para la población de 65 años o más y un aumento del 22.0% para la población menor de 65 años de edad (Divo, Martínez y Mannino, 2014; Lozano, Naghavi y Foreman, 2013; Mahishale, 2015; World Population Ageing, 2013).

Sin embargo, como un dato relevante a considerar, es el acontecimiento de la disminución de la tasa mundial total de crecimiento de la población, mientras que, de manera simultánea, se ha producido un aumento poblacional en el número de personas de la tercera edad, es decir, a medida de que la vejez aumenta, la natalidad disminuye. La tasa de crecimiento fue del 2.2% por año en la década de 1960 en comparación con la estimación actual de 1.1% por año y se estima que continúe disminuyendo a 0.5% en 2050 (Divo, Martínez y Mannino, 2014). Esta disminución se debe principalmente a la caída de las tasas de fertilidad en todo el mundo. Durante las últimas décadas, la tasa de fecundidad se redujo de cinco hijos de 1950 a 1955 a 2.5 hijos entre el 2010-2015, y se prevé que caerá entre 2.2 a 1.8 hijos para el año 2050 (World Population Ageing, 2013). La combinación entre la disminución de la tasa de fertilidad y el aumento en la tasa de esperanza de vida ha llevado a un cambio muy acentuado en la demografía de la población, lo que demuestra un aumento en los estratos de las personas mayores en comparación al de los individuos más jóvenes.

Por género, se ha podido ver como en los países desarrollados del mundo, para el año 2010, por cada 100 mujeres mayores de 60 años había 87 hombres. En las regiones en proceso de desarrollo en el mundo, este número era de 75 años. Estos datos reflejan una mayor esperanza de vida para las mujeres, que se relaciona con una serie de factores de estilo de vida como la dieta, el tabaquismo, la exposición ocupacional, la violencia, la guerra, etcétera. Durante los próximos cinco años, por primera vez en la historia, se ha indicado que las personas mayores de 60 años, de más edad y del género femenino en el mundo superarán a niños menores de cinco años (United Nations, 2012).

México, considerado como parte de los países que se encuentran en plena transición demográfica, experimenta un intenso y acelerado proceso de envejecimiento poblacional. Sin embargo, en las entidades federativas que lo conforman, se presenta un proceso desigual, debido a su magnitud y al ritmo en los cambios en la fecundidad, mortalidad y al efecto de la migración que presentan cada estado de la república (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2012).

De acuerdo con las proyecciones del CONAPO, en el 2015, tres de cada 10 mexicanos eran menores de 15 años (27.6%) y solo uno tiene 60 años o más (10%), sin embargo, para el año 2050 esta composición se verá profundamente alterada, ya que se prevé que únicamente dos de cada 10 mexicanos tendrán menos de 15 años (20.7%), proporción casi idéntica a la de adultos mayores, quienes representarán el 21.5% de la población total (CONAPO, 2012).

El avance del envejecimiento en el estado de Nuevo León, al realizar una relación entre las generaciones más jóvenes y las más viejas, se espera que sea paulatino. En el año 2010, había 21 adultos mayores por cada 100 jóvenes, 24 en el 2013 y para el año 2030 se estima que habrá aproximadamente 47 adultos mayores por cada 100 jóvenes, situación que, al compararse con el nacional, ubica a Nuevo León en el lugar 11 en el proceso de envejecimiento poblacional del país. Aunado a esto, la consecuencia de la disminución de la mortalidad, traducida en una mayor esperanza de vida para la población de la entidad en el grupo de 65 y más años, se espera que comience a tener mayor peso relativo en los próximos dos decenios, con

un 7.7% de adultos mayores en el 2020 y un 10.6% para el 2030, pero a la par con un incremento en las tasas de mortalidad (CONAPO, 2012).

Por su parte, la esperanza de vida al nacimiento en Nuevo León ha cambiado de 72.6 a 75.8 años promedio, es decir, aproximadamente una ganancia de 3.2 años de vida promedio adicionales. Respecto a la brecha en la esperanza de vida entre hombres y mujeres, se observó una disminución al pasar de 5.2 años en 1990 a 5.1 años en 2010. Los hombres y mujeres de la entidad para el 2010 contaron con una esperanza de vida de 73.3 y 78.4 años al nacimiento, respectivamente. Asimismo, se prevé que la esperanza de vida de la población total sea de 78.3 en el 2030; las mujeres alcanzarán los 80.3 años, mientras que los hombres 76.3 años. Durante el periodo de la proyección se espera que la brecha entre hombres y mujeres disminuya de 5.1 a 4.1 años (CONAPO, 2012).

1.2 Envejecimiento biológico

"El envejecimiento puede verse como un proceso biológico inherente inevitable por el cual la vida máxima de cada especie del reino animal está restringida en el tiempo y en gran medida predeterminada" (Declerck y Berghe, 2018, p.18).

Es difícil definir el inicio de la vejez, biológicamente, algunos autores definen que el "envejecimiento", comienza en la pubertad y es un proceso continuo a lo largo de la vida adulta, otros mencionan que esto se da desde el inicio de la concepción. Socialmente, las características de los miembros de la sociedad que son percibidos como viejos varían con los entornos culturales y de generación en generación (Goswami y Sahai, 2016).

El proceso de envejecer se caracteriza por una pérdida progresiva que se da a nivel molecular, celular, tisular y orgánico, que eventualmente lleva a la muerte (Declerck y Berghe, 2018), esta pérdida da como resultado alteraciones en los sistemas cuando los órganos y tejidos van teniendo una disminución en el ritmo de actividad, esto produce modificaciones y alteraciones fisiológicas como lo es la pérdida de células nerviosas, pérdida de elasticidad en tejidos y vasos sanguíneos, etc., propiciando una disminución cada vez más acentuada en su funcionamiento normal (Velásquez, Prieto y Contreras, 2004).

En un estudio elaborado por López-Otin et al. (2013), propusieron un conjunto de nueve rasgos celulares y moleculares propios del envejecimiento, estos rasgos son inestabilidad genómica, atrición de los telómeros, alteraciones epigenéticas, pérdida de proteostasis, detección desregulada de nutrientes, disfunción mitocondrial, senescencia celular, agotamiento de células madre y comunicación intercelular alterada. En la búsqueda de definir las características distintivas del envejecimiento pueden contribuir y facilitar la creación de un marco para estudios futuros sobre cómo se dan los mecanismos moleculares del envejecimiento y a su vez poder diseñar intervenciones para mejorar la salud del ser humano, sin embargo, aún están presentes numerosos desafíos los cuales dan pie a la necesidad de seguir investigando para comprender la complejidad que implica el proceso biológico en el envejecimiento (Declerck y Berghe, 2018; Martin, 2011; Miller, 2012).

Un aspecto importante dentro del proceso de envejecer es lo relacionado a la masa muscular, ya que es considerada extremadamente importante para la salud general de un individuo por las muchas funciones en las que influye. Además de producir fuerza, es esencial para el movimiento, el metabolismo, el almacenamiento de glucógeno, la regulación de la temperatura, la estabilización de las articulaciones y las funciones endócrinas (Pedersen y Febbraio, 2012).

Las limitaciones funcionales y la pérdida del nivel de actividad física en la tercera edad son asociadas a la pérdida de fuerza muscular y la disminución de la tasa metabólica basal cuando hay presencia de sarcopenia. Esta pérdida, ocasiona una baja de energía en el organismo del adulto y cuando el requerimiento de energía no es correspondiente al valor energético del adulto, conlleva progresivamente al aumento o pérdida de peso y por ende al padecimiento y desarrollo de una serie de enfermedades crónicas (Landinez, Contreras y Castro, 2012). Asimismo, la perdida, incrementa el riesgo de padecer con mayor relevancia cáncer, enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurodegenerativas y diabetes, situación que aumenta a medida que se avanza en la edad (Declerck y Berghe, 2018).

Las modificaciones que sufren los tejidos blandos (articulaciones, tendones, ligamentos, cartílagos, etc.) así como el ser sedentarismo y el proceso de envejecimiento, han sido considerados factores importantes para la reducción en la

flexibilidad (Barbosa et al., 2005; Chodzko-Zajko et al., 2009). La pérdida del rango de movilidad dado por conductas sedentarias produce un acortamiento de los músculos por la inactividad de las articulaciones involucradas. Fisiológicamente los tejidos blandos tienen un cambio mecánico y biológico que propicia al desarrollo de rigidez o dureza muscular y tendinosa que a la larga va propiciando un impedimento de movilidad (Correia et al., 2014).

Landinez, Contreras y Castro (2012) mencionan en la Tabla 1, los efectos que tiene el proceso de envejecer sobre factores fisiológicos y estructurales del cuerpo.

Tabla 1

Cambios estructurales y sus consecuencias fisiológicas en el proceso de envejecimiento

Cambios Estructurales	Consecuencias Fisiológicas
Composición corporal: - Disminución de agua corporal. - Disminución del tamaño de los órganos. - Aumento relativo de la grasa corporal.	• Resistencia disminuida a la deshidratación. • Alteración en la distribución de fármacos.
Sistema tegumentario: - Disminución del recambio de células epidérmicas. - Atrofia dermoepidérmica y subcutánea.	• Arrugas cutáneas y laxitud. • Fragilidad capilar. • Telangiectasias.
- Disminución del número de melanocitos. - Atrofia de folículos pilosos y glándulas sudoríparas. - Disminución de actividad de glándulas sebáceas. - Disminución de vasculatura dérmica y asas capilares.	• Susceptibilidad a úlceras de decúbito. • Xerosis cutánea. • Queratosis actínica. • Encanecimiento y alopecia.
Aparato cardiovascular: - Disminución del número de células miocárdicas y de la contractilidad. - Aumento de resistencia al llenado ventricular. - Descenso de actividad del marcapasos AV, velocidad de conducción y sensibilidad de los barorreceptores. - Rigidez de las arterias. - Descenso del gasto cardíaco y del flujo sanguíneo de la mayoría de los órganos.	• Disminución de la reserva cardíaca. • Escasa respuesta del pulso con el ejercicio. • Arritmias. • Aumento de la presión diferencial del pulso. • Aumento de la presión arterial. • Respuesta inadecuada al ortostatismo. • Síncopes posturales.

Tabla 1

Cambios estructurales y sus consecuencias fisiológicas en el proceso de envejecimiento (Continuación)

Cambios Estructurales	Consecuencias Fisiológicas
Aparato respiratorio: - Disminución de la distensibilidad de la pared torácica y pulmonar y de la fuerza de la tos y aclaramiento mucociliar. - Pérdida de septos alveolares. - Colapso de las vías aéreas y aumento del volumen de cierre.	• Disminución de la capacidad vital. • Aumento del volumen residual y de la diferencia alvéolo arterial de oxígeno. • Aumento del riesgo de infecciones y broncoaspiración.
Aparato renal: - Descenso absoluto del número de nefronas, disminución del peso renal. - Descenso del tono vesical y del esfínter.	• Reducción del filtrado glomerular (la cifra de creatinina se mantiene por descenso de producción).
Sentidos a) Vista: - Fisiología alterada del vítreo y retina. - Degeneración macular. Trastorno de coloración, rigidez y tamaño del cristalino.	• Disminución de agudeza visual, campos visuales y velocidad de adaptación a la oscuridad. • Trastorno en la acomodación y reflejos pupilares y desarrollo de cataratas, astigmatismo y miopía.
b) Oído: - Disminución de la función de células sensoriales en el aparato vestibular.	• Disminución de la audición (altas frecuencias), discriminación de sonidos y alteraciones del equilibrio.
c) Gusto y olfato: - Descenso en número y función de papilas gustativas y células sensoriales olfatorias. - Disminución en la producción de saliva.	• Disminución de la satisfacción gastronómica.
Aparato locomotor a) Estatura: - Acortamiento de la columna vertebral por estrechamiento del disco. - Cifosis. b) Huesos: - Pérdida universal de masa ósea. c) Articulaciones: - Disminución de la elasticidad articular. - Degeneración fibrilar del cartílago articular, con atrofia y denudación de la superficie. d) Músculos: - Disminución del número de células musculares y aumento del contenido de grasa muscular.	• Descenso progresivo de altura. • Osteoporosis. • Colapso vertebral y fractura de huesos largos con traumas mínimos. • Limitación articular. • Pérdida de fuerza muscular progresiva. • Disminución de la eficacia mecánica del músculo.

Nota: Adaptado de “Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia” por Landinez Parra, Contreras Valencia, y Castro Villamil, 2012, *Revista Cubana de Salud Pública, 38*(4), 562-580.

Durante el ciclo de vida mientras cada organismo vivo envejece y concluye en muerte, la tasa de envejecimiento tiene sus variaciones, esto se suscita debido a la diversidad de perfiles de riesgo en enfermedades relacionadas con la edad que cada persona presenta, es donde se retoma la idea de que la edad biológica y la edad cronológica no se asemejan en su totalidad (Blaha et al., 2016). Estudios como los presentados por Tan et al. (2013) y Mangino (2014), hacen referencia a la contribución relativa de factores genéticos y no genéticos en gemelos monocigóticos, por otro lado, Brooks-Wilson (2013) y Murabito et al. (2012) explican que la herencia de la longevidad es aproximadamente un 25%, lo que propone que tanto factores ambientales como el estilo de vida juegan un papel importante. Lo que concluye que la forma en la que varía la tasa de envejecimiento es, por lo tanto, consecuencia de la interacción de factores genéticos, estilos de vida y factores ambientales (Declerck y Berghe, 2018).

1.3 La funcionalidad en el adulto mayor

De la mano al acelerado incremento de población envejecida en el país, y los cambios biológicos del envejecimiento, se presenta la pérdida del nivel de funcionalidad, arraigado a la aparición de las enfermedades crónicas que imposibilitan la mejora de la calidad de vida del AM. El concepto de funcionalidad se define como la capacidad y/o habilidad que tiene el adulto para poder realizar de forma autónoma tanto las Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD); comer, vestirse, trasladarse del sillón a la cama, etc., como las Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD); uso del teléfono, uso del medio de transporte, manejo de asuntos económicos, las cuales implican un grado mayor de dificultad (Manrique-Espinoza et al., 2013).

La pérdida gradual de la funcionalidad es diferente en cada individuo, puede ser determinada por factores como la edad. Alrededor del 5% de los AM con 65 años presentan un deterioro funcional, mientras que, en AM de 80 años, este porcentaje se incrementa hasta un 50% (Zavala-González y Domínguez-Sosa, 2011).

La falta de independencia funcional indica una capacidad física reducida que dificulta realizar de forma independiente las Actividades de la Vida Diaria (AVD), dentro de estas se incluyen las ABVD, que son las indispensables para sobrevivir; las AIVD, que permiten a un individuo interactuar de forma independiente en una comunidad; y

actividades avanzadas de la vida diaria (AAVD), que enriquecen la vida social, religiosa y actividades de ocio (Fujiwara et al., 2008; Rikli y Jones, 2013). Una disminución funcional en las AVD predice futuros descensos en cuanto a la autonomía funcional, aumento de riesgo de institucionalización y la muerte (Fujiwara et al, 2008; Vermeulen, Neyens, van Rossum, Spreeuwenberg y Witte, 2011).

El envejecimiento y la pérdida gradual de la funcionalidad, da como resultado muchos cambios en factores relacionados con la salud en el AM (Rashedi, Asadi-Lari, Foroughan, Delbari y Fadayevatan, 2016). A medida que los individuos envejecen, pueden producirse consecuencias significativas tales como disminución de la masa muscular y la fuerza (Mitchell et al., 2012), la marcha y el equilibrio (Wolfson, 2011). Sin una intervención para mejorar estas características de la capacidad física, se predispone a la persona a una pérdida de independencia funcional.

El diagnóstico de las malas condiciones de salud que el AM puede presentar propone el diseño de medidas preventivas que darían como resultado un aumento de la esperanza de vida, lo que para el AM representa ser libre de discapacidad. Por lo tanto, otorgar una buena educación física a esta población, puede ayudar a su adherencia a las medidas preventivas, en este caso el ejercicio, y así poder lograr que la perdida de integridad física disminuya (Paterson y Warburton, 2010).

En la actualidad, estudios revelan que los niveles de actividad física en las personas adultas están disminuyendo, a la vez que aumenta la adquisición de hábitos de sedentarismo, lo que constituye como un mal estilo de vida con grandes componentes negativos para la salud. Según la OMS algunas de las consecuencias de estos hábitos son enfermedades cardiovasculares, diabetes, algunos tipos de cáncer, hipertensión y sobrepeso u obesidad, entre otros (World Health Organization, 2010) que sin una atención adecuada se desencadena en “discapacidad = perdida de funcionalidad”, institucionalización e inevitablemente la muerte.

Factores relacionados con la inactividad física como lo es la pérdida de la fuerza muscular, se producen también con el envejecimiento; sin embargo, la pérdida acelerada de la fuerza tiene una relación con la cantidad de masa muscular disminuida (Delmonico, Harris y Visser, 2009; Manini y Clark, 2012). En un estudio longitudinal en adultos mayores que examinó la tasa de pérdida de la fuerza extensora de la rodilla

después de 8.9 años, encontró una disminución significativa en la fuerza extensora de la rodilla. La tasa de pérdida de resistencia fue del 2.56% al año a 60% y 4.20% anual al 24.0%. Además de la fuerza, la capacidad funcional disminuyó significativamente con el envejecimiento y esto fue parcialmente debido a la pérdida de masa muscular (Aagaard et al., 2010).

Si bien es conocido que la fuerza es fundamental para una independencia exitosa en la vejez, la flexibilidad es a menudo menos apreciada con respecto a su contribución a la salud óptima y el estado funcional, así como la vida independiente para las personas mayores (Clark y Manini, 2010; Cunningham, Paterson, Himann y Rechnitzer, 1993). La reducción de la flexibilidad puede aumentar los riesgos de lesión, dolor y dependencia física en adultos mayores (Romo-Pérez, Schwingel y Chodzko-Zajko, 2011).

1.4 Factores determinantes en la perdida de funcionalidad

La edad avanzada, que supera la expectativa de vida, coloca al AM en riesgo de dependencia, y la alteración de la funcionalidad puede ser un marcador del efecto de padecimiento de alguna enfermedad sistémica (enfermedad que afecta a todos los elementos de un mismo sistema), la detección puede permitir el reconocimiento y con ello establecer un diagnóstico, una intervención y un plan de cuidado (Zavala-González y Domínguez-Sosa, 2011). Entre los factores más importantes relacionados con la pérdida de funcionalidad en los AM están los siguientes:

1.4.1 Fragilidad y pre- fragilidad.

La fragilidad es un síndrome médico dado por numerosas causas y es caracterizada por la pérdida y/o disminución de fuerza muscular, resistencia muscular y la función fisiológica, que, sin una atención previa, aumenta el riesgo y vulnerabilidad al deterioro funcional, dependencia y muerte (Morley et al., 2013). Por lo tanto, activar físicamente a un AM funcional, así como identificar y tratar aquel que se encuentra en una etapa pre- frágil (Fairhall et al., 2015), puede ser una alternativa a la prevención de los factores negativos que acarrea la fragilidad.

En general, se ha determinado que esta manifestación es discrepante a la discapacidad funcional, sin embargo, es precursor para el desarrollo de la minusvalía, así como el aumento del riesgo a eventos adversos: caídas, dependencia e institucionalización (Preto et al., 2017).

El síndrome de la fragilidad y la pre- fragilidad son comunes en la tercera edad, estadísticas demostradas a través de un estudio de revisión sistemática reciente, encontraron que la prevalencia de pre- fragilidad en adultos mayores de 65 años o más es de un 38 a 53%, lo que promedia un 44.2% y la prevalencia de fragilidad de un 4 a 17% promediando un 9.9% (Collard, Boter, Schoevers y Oude Voshaar, 2012). Este síndrome se manifiesta aún más en el género femenino, y se acentúa a medida que hay un incremento en los años, con la presencia de comorbilidades y la polifarmacia (Strandberg, Pitkälä y Tilvis, 2011).

Esta patología resulta ser un predictivo de caídas, discapacidad, institucionalización, hospitalización y muerte para quienes la padecen, por tanto, aquellos adultos con diagnóstico de pre- fragilidad adquieren un riesgo significativamente alto a ser frágil, y quienes están ya en esta etapa, van encaminados a tener un deterioro notable en la funcionalidad y calidad de vida. Aunado a esto y de la mano al incremento poblacional que se está dando en la tercera edad a nivel mundial, la inversión económica prestada para la atención a la fragilidad aumentará, elevando los costos que los pacientes, familias, sistema de salud y sociedad tendrán que aportar para darle la atención a este síndrome, asociado con la discapacidad, institucionalización y hospitalización (Fairhall et al., 2015).

Es inevitable predecir que los adultos mayores presenten fragilidad con el paso de los años cuando no mantienen un nivel de actividad física constante, ya que se tiene comprobado que la intervención física es factor importante para la prevención y retraso de la fragilidad, resultados que se ven reflejados en beneficios importantes para la población de la tercera edad, los servicios de salud y la sociedad (Morley et al., 2013; Walston et al., 2006).

Al conceso que se llega ante tal síndrome es que el impacto que éste manifiesta en la salud del AM puede ser reversible y/o mitigable, a través de una intervención adecuada y con mayor eficacia, al momento que se hace un

reconocimiento temprano, siendo esto algo esencial para la salud de los adultos (Morley et al., 2013).

1.4.2 Caídas.

Las caídas son consideradas como otro factor relevante para la pérdida de funcionalidad y calidad de vida de la población de la tercera edad a nivel mundial, ya que esta problemática sigue considerándose una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en el mundo (Deandrea et al., 2010; Sociedad Estadounidense de Geriatría y Sociedad Británica de Geriatría, 2011; Stubbs, 2014). Como lo señalan distintas estadísticas, las caídas tienen una prevalencia del 30 a 50% con una incidencia anual de 25 a 30%, y de esto, el 10 a 25% de las caídas producen fracturas y el 5% requiere hospitalización. Los AM sanos de edades entre 60 y 75 años presentan caídas (18.7%) y de 75 años en delante aproximadamente el 35% de ellos. Las caídas representan el 30% de la causa de muerte en los mayores de 65 años, esto se puede presentar por diversas situaciones como lo es la debilidad general (31%), peligros ambientales (25%), hipotensión ortostática (16%), enfermedad aguda (5%), alteraciones de la marcha (4%) y medicamentos (5%; Deandrea et al., 2010; Gillespie, 2012; Prevención de Caídas en el Adulto Mayor en el Primer Nivel de Atención México: Secretaria de Salud; 2008; Secretaria de Salud, 2011).

Las caídas, han sido consideradas como uno de los principales factores de perdida de funcionalidad en el adulto mayor, esto siendo equivalente al aumento de dependencia, así lo demuestra Muir, Berg, Chesworth, Klar y Speechley (2010), al corroborar que los adultos mayores con deterioro en la capacidad de equilibrio pronostican y contribuyen a la manifestación de caídas, esto pudiéndolo comprobar a través del uso de la escala de Berg Balance Scal, a partir de la obtención de un puntaje menor de 40.

En el adulto mayor, el rendimiento óptimo del equilibrio se mantiene hasta los 45 a 50 años aproximadamente, y a partir de ahí, se presenta una disminución gradual, los resultados obtenidos del estudio de El Haber, Erbas, Hill y Wark (2008), informaron que el equilibrio presenta una relación no lineal con la edad, esto pudiéndose deber a

que los sistemas musculoesqueléticos y sensoriales, contribuyen de manera clave en el rendimiento efectivo del equilibrio, tal como lo menciona Cho et al. (2018).

La buena estabilidad e integración del sistema sensorial (agrupa la información sobre la posición del cuerpo en el espacio), el sistema nervioso central (procesa la información sensorial) y el sistema motor (encargado de enviar las señales para la ejecución apropiada de los movimientos), permite tener el control exitoso del equilibrio corporal (Cho et al., 2018). Sin embargo, el propio proceso de envejecimiento produce alteraciones que comprometen dichos sistemas, lo que se manifiesta en la afectación del equilibrio y marcha (Borowicz, Zasadzka, Gaczkowska, Gawłowska y Pawlaczyk, 2016; Muir, Berg, Chesworth, Klar y Speechley, 2010), la fuerza muscular y la velocidad del movimiento (Orr, 2010), encaminando al adulto mayor a la perdida de funcionalidad.

1.5 Relación entre el índice de masa corporal y la funcionalidad

Parámetros como el peso, la estatura y el índice de masa corporal (IMC), son medidas que forman parte de herramientas antropométricas que son obtenidas de manera invasiva como parte fundamental para obtener datos generales de revisiones físicas. Algunos estudios han hecho referencia a que estos parámetros están asociados con salud, discapacidad y mortalidad en adultos mayores (Lang, Llewellyn, Alexander y Melzer, 2008; Snih, Ottenbacher, Markides, Kuo, Eschbach y Goodwin, 2007; Tsai y Chang, 2011; Woo, Ho y Sbam, 2001). Sin embargo, estudios como el de Tsai y Chang (2011); Tsai, Lai y Chang (2012), comentan que parámetros antropométricos como la circunferencia media de brazo y la circunferencia de pantorrilla, tienen una asociación con la mortalidad en adultos mayores institucionalizados.

Durante el proceso de envejecimiento se dan cambios en la composición corporal, que al verse comprometida afecta la autonomía y la funcionalidad del organismo (Preto, Gomes, Novo, Mendes y Granero-Molina, 2016), sin embargo, sigue siendo poca la información que da un panorama más específico que permita corroborar y comprobar de manera más objetiva que parámetros como el IMC, la circunferencia

de brazo y pantorrilla se asocien con la pérdida de funcionalidad en la tercera edad (Tsai y Chang, 2017).

Otros estudios, llevados a cabo en países desarrollados como Estados Unidos y el Reino Unido, mencionan en que tener un nivel alto de IMC, aumenta los riesgos de que el adulto mayor presente discapacidad funcional. Esta problemática trae consigo la probabilidad y un aumento del riesgo de padecer y desarrollar enfermedades crónicas, acrecentar el desgaste de articulaciones y disminuir la actividad física (Aoki, Yoon, Chong y Carroll, 2014; Lang, Llewellyn, Alexander y Melzer, 2008; Snih, Ottenbacher, Markides, Kuo, Eschbach y Goodwin, 2007).

Se tiene estimado que, los adultos mayores de 65 años, con un IMC alto, inicialmente tienen una buena capacidad funcional, pero con un alto riesgo a la disminución acentuada de ésta. Dicha situación, propicia a la pérdida progresiva de la capacidad para realizar las AVD durante un lapso de cuatro a ocho años, sin dejar de mencionar que, como predictivos significativos de la funcionalidad están los parámetros de pantorrilla y brazo, los cuales indican que un nivel alto de masa muscular y fuerza del músculo esquelético es reflejado en un mayor rendimiento funcional (Tsai y Chang, 2017). Por su lado, Tyrovolas et al. (2015) dice que, a partir de los 40 años, la masa muscular comienza a presentar una disminución, dato que es más relevante en las personas sedentarias, de tal forma que esta reducción, generalmente se ve sustituida por un aumento de masa grasa. Éste cambio normalmente aumenta hasta los 70 a 75 años y luego se da un descenso.

Se ha demostrado a través de estudios que los puntajes óptimos del IMC que pueden determinar el incremento de la esperanza de vida en la población de edad avanzada deben de ser entre 23 a 30 en población mexicana y estadounidense (Kumar et al., 2015), esto coincidiendo con la población japonesa (Zhang, 2016), dado que un IMC menor de 23, es un factor de riesgo para la discapacidad debido a la demencia, y un IMC por encima de 29, es un factor de riesgo de discapacidad debido al padecimiento de enfermedad articular. Dos revisiones sistemáticas hacen mención de que presentar un IMC elevado (≥ 29) tiene una asociación con el desarrollo de osteoartritis (Jiang et al., 2012; Yusuf, 2010).

1.6 Actividad física en el adulto mayor

La práctica de la AF se ha vinculada con una mejoría en el nivel de condición física funcional y por ende en la salud desde muchos años atrás (Lobo, Carvalho y Santos, 2011). Esto es dado a que hay una interacción entre diversos factores como lo es el estado de salud, la actividad física habitual, la herencia genética, el estilo de vida y los aspectos personales, sociales y ambientales de las personas (Ramirez, 2013). Sin embargo, a pesar de que existe una relación entre la actividad física y la condición física, hay características que las hacen diferir una de otra.

El término actividad física (AF) refiere a todas las acciones que realiza el hombre, como resultado de contracciones musculares dinámicas y estáticas reflejadas en actividades como estar de pie, caminar, sentarse y levantarse de una silla ya sea en el trabajo o durante el tiempo libre, produciendo un gasto energético que conduce a un mayor consumo de energía (Brandes, 2012).

Realizar AF tiene un efecto positivo en la calidad de vida de las personas y por ende es considerada como un factor importante para el envejecimiento saludable. La AF regular puede considerarse como una herramienta esencial para proporcionar salud y calidad de vida entre los adultos mayores, ya que existen pruebas que apoyan su papel en el beneficio que da a la movilidad funcional del adulto y la reducción del riesgo de pérdida de autonomía (Denton y Spencer 2010; Rice y Fineman 2014). La AF da lugar a mayor gasto de energía a medida que se va dando el envejecimiento, por lo tanto, se puede deducir que las personas inactivas más viejas podrían beneficiarse de incluso pequeños aumentos en la AF.

Los efectos positivos de la AF en la prevención de acontecimientos adversos para la salud están ampliamente respaldados. Cada vez hay más pruebas de que los adultos mayores que realizan AF tienen más probabilidades de mejorar su funcionalidad física y tener una esperanza de vida activa más larga en comparación con los AM que tiene una vida sedentaria (Balboa-Castillo 2011; Pillard et al., 2011). Por lo tanto, la inactividad física es uno de los factores modificables más importantes asociados con el riesgo de morbilidad crónica y alta mortalidad en la población general.

1.7 Condición física en el adulto mayor

Por condición física, se entiende que es la capacidad para realizar la AF con una cierta intensidad y en cierta medida, influenciada por numerosos componentes fisiológicos, especialmente el rendimiento del sistema cardiovascular. Por el contrario, actividad física, significa cualquier forma de movimiento, que es causada por una actividad muscular y conduce a un aumento del consumo de energía (Brandes, 2012). Así, por medio de los componentes de la condición física, es posible establecer las adaptaciones fisiológicas que están en función de los niveles de AF del adulto, por lo tanto, involucrar capacidades como fuerza muscular, resistencia aeróbica, flexibilidad y equilibrio, le permitirán al AM tener un buen nivel de condición física y traducirse en autonomía.

1.7.1 Fuerza muscular.

Después de los 30 años, dado por el mismo proceso de envejecimiento, en el individuo se presenta una disminución en el tamaño y espesor del músculo, junto con ello hay un aumento de grasa intramuscular (Imamura, Ashida y Ishikawa, 1983). La pérdida de masa muscular, como resultado de una disminución y atrofia de las fibras musculares (sarcopenia), tiene un papel importante en la pérdida de resistencia, así como la capacidad de realizar AVD (Aagaard et al., 2010; Andersen, 2011).

La disminución de la fuerza muscular isométrica y dinámica es una consecuencia del proceso de envejecimiento, aproximadamente el 30% de la fuerza perdida oscila entre las edades de 50 y 70 años (Larsson, Grimby y Karlsson 1979). Además, los datos sugieren que la sección transversal de la fuerza muscular disminuye en aproximadamente un 15% entre la 6ª y 7ª década, y el 30% a partir de entonces (Harries y Bassey, 1990).

Para poder obtener cambios significativos, según Romo-Pérez, Schwingel y Chodzko-Zajko (2011), el entrenamiento de fuerza debe tener una periodicidad al menos de dos a tres días por semana, con un inicio de intensidad del 40%. Algunos autores (Garber et al., 2011; OMS 2011) coinciden con la recomendación de tener mínimo dos días de entrenamiento para el AM, Pinto et al., (2014) proponen un

entrenamiento de fuerza con un tiempo de descanso de 48 horas entre sesión para una mejor adaptación y evolución del músculo.

1.7.2 Resistencia aeróbica.

Estudios transversales y de intervención han demostrado repetidamente que el entrenamiento de resistencia puede mejorar la sensibilidad a la insulina, disminuir la presión arterial, mejorar los perfiles de lípidos y disminuir la grasa corporal (Bemben y Bemben, 2000), los cuales son factores relacionados con la enfermedad cardiovascular. Aunado a esto, con el ejercicio aeróbico, se ha demostrado que aumenta el consumo máximo de oxígeno (VO_2máx.), un índice de la capacidad cardiorrespiratoria que en promedio tiene una disminución de un 5% a un 15% por década después de la edad de 25 años (Heath et al., 1981).

Estas respuestas fisiológicas en base a los ejercicios de resistencia aeróbica dan como resultado un aumento de la eficiencia del sistema durante el ejercicio (aumento del volumen sistólico, capilar y la densidad mitocondrial; menor frecuencia cardíaca y la presión arterial) y la capacidad de ofrecer una mejor aportación de oxígeno y glucosa a los músculos (Powell, Paluch y Blair 2011).

Estudios han demostrado que caminar o trotar por 30 a 60 minutos, dos a cinco días a la semana puede reducir significativamente el peso corporal, aumentar la densidad mineral ósea y el VO_2máx. y mejorar los niveles de glucosa al menos en las mujeres mayores de edad (Hamer y Stamatakis 2012).

1.7.3 Flexibilidad articular.

La flexibilidad articular es la capacidad que a menudo es menos apreciada pues es poco conocida el aporte que hace a la salud y estado funcional óptimo e independencia de un AM. A medida que disminuye la flexibilidad articular, aumenta considerablemente el riesgo de sufrir lesiones, caídas, dolor de espalda y articulares, lo que paulatinamente conlleva a la dependencia funcional (Carneiro, 2015).

Carneiro (2015) menciona que cuando una persona se vuelve inactiva (sedentario) las articulaciones reducen su capacidad flexora, por lo que va perdiendo su amplitud de movimiento, de tal forma que, las estructuras articulares (tejidos

blandos) tienen un cambio mecánico y biológico, que a la larga propicia a un aumento de rigidez muscular y tendinosa e impidiendo así la movilidad. Si a esta problemática se le contrarresta con un estilo de vida activo, puede ayudar a mejorar la movilidad articular pese al avance de la edad, por lo que el adulto podría hacer actividades de la vida diaria con más vigor y menos fatiga (ACSM, 2009; Garber, Blissmer y Deschenes, 2011).

Tener niveles adecuados de flexibilidad articular son fundamentales y necesarios para poder mantener un buen nivel de independencia funcional y rendimiento físico en la vejez (Stathokostas, Little, Vandervoort y Paterson, 2012), permitiéndole al AM poder realizar actividades básicas tales como vestirse y bañarse.

Aunque la flexibilidad articular tiende a disminuir con la edad, los adultos mayores de edad avanzada podrían mantenerla e incluso mejorarla a través de ejercicios de estabilidad, estiramiento y movilidad articular (Bellafiore, Paoli, Bianco y Palma, 2014). Bellafiore et. al. (2014) proponen que el entrenamiento de flexibilidad se base en una periodicidad de dos o más días a la semana, con un mínimo de 10 minutos y realizar de dos a tres series con repeticiones de 6 a 15, a medida que se dé el incremento.

1.7.4 Coordinación y equilibrio corporal.

Como producto del envejecimiento, los adultos mayores comienzan a presentar cambios negativos en la estabilidad, lo que llega a mermar la capacidad de mantener el equilibrio, por lo tanto, los entrenamientos neuromotor y funcional se convierten en una alternativa importante para la mejora del equilibrio, la agilidad, la coordinación, el control motor, la propiocepción, ayudando a reducir el riesgo de caídas en adultos mayores (Garber et al., 2011).

La literatura especializada menciona que el equilibrio y la marcha tienen una estrecha relación con la funcionalidad del sistema nervioso, receptores propioceptivos, vestibulares o visuales y el sistema musculo esquelético. Al sufrir un deterioro, se reduce la distancia entre los pasos y la fase de oscilación, aumenta la fase de doble apoyo, provoca la flexión más acentuada del tronco o de las extremidades para

mantener el plano de sustentación, se da la sedestación insegura y la incapacidad para levantarse (Kemoun y Rabourdin, 2004; Lázaro del Nogal, 2001).

A medida que se pierde la capacidad de mantener el equilibrio permanente, se tiene como resultado negativo el constante riesgo de sufrir caídas mientras se realizan actividades cotidianas. Gelbard et al. (2014) y Takeshima et al. (2014) mencionan que, de manera particular, en la población de edad avanzada, las caídas son consideradas como un problema de salud importante. Una situación preocupante es que, debido principalmente a la alta prevalencia de comorbilidad y fragilidad, los resultados clínicos de la caída son peores para los adultos mayores que para los individuos más jóvenes (Gelbard et al., 2014). Debido a esto, conlleva a consecuencias adversas propiciando las fracturas, hospitalización prolongada, discapacidad, institucionalización y muerte (Ayoung-Chee et al., 2014; Gelbard et al., 2014).

Es importante mencionar que, aunque la AF y la condición física no son lo mismo, son igualmente importantes, existe evidencia que demuestra relación entre ambas, debido a que a medida que se da un aumento en la actividad física, con las correctas medidas de intervención, da como resultado un aumento en la condición física de la persona (Brandes, 2012).

1.7.5 Beneficios de tener una buena condición física en la vejez.

Estudios demuestran que la edad biológica asociada a la condición física es considerada un predictor más fuerte de mortalidad que la propia edad cronológica. En la vejez cuando hay una mejor capacidad física, es menor el riesgo de padecer infarto al miocardio (Blaha et al., 2016), por lo que, para poder ayudar al mantenimiento de una buena calidad de vida en la tercera edad, es decir, que puedan desempeñar actividades cotidianas del día a día, es importante conservar aquellas capacidades físicas (fuerza muscular, resistencia aeróbica, flexibilidad articular) necesarias para esta población (Batista y Gomes, 2014).

Las capacidades de fuerza y resistencia en el entrenamiento en personas de edad avanzada han mostrado ejercer una influencia positiva y una reducción significativa en el riesgo de padecer una o varias enfermedades crónicas. Si estos ejercicios son acompañados de implementos como bandas de resistencia, ligas de

resistencia o mancuernas y aparatos de gimnasio, estudios comprueban que hay mejoría sobre componentes como la fuerza y flexibilidad en las personas mayores sanas (Lippincott y Wilkins, 2010).

Lippincott y Wilkins (2010) recomiendan que, para las actividades de intensidad moderada, es indispensable acumular al menos de 30 o hasta 60 min por día (para obtener un mayor beneficio) de ejercicio físico, ya sea de manera continua o dividido por episodios de al menos 10 minutos seccionados durante el día y así acumular un total de 150 a 300 minutos por semana.

El Colegio Americano en Medicina del Deporte (ACSM, por sus siglas en inglés), recomienda actividades que tengan una intensidad leve a moderada para optimizar la salud, más sin embargo, Andersen (2011) dice que el AM puede realizar ejercicios de intensidad moderada a alta para obtener adaptaciones positivas más efectivas y reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, por lo tanto recomiendan al menos 30 minutos de actividad moderada, o 20 minutos de actividad más vigorosa por tres días a la semana, que incluyan ejercicios de bajo impacto, trabajo de los músculos grandes y con movimientos rítmicos. La Tabla 2 muestra algunos de los beneficios que se obtienen al entrenar algunas de estas capacidades físicas.

Tabla 2

Beneficios de entrenamiento cardiovascular, fuerza y flexibilidad

Sistema de entrenamiento	Ejemplo de ejercicio	Beneficios potenciales para la salud
Entrenamiento cardiovascular	Caminar Correr Bailar Futbol soccer Natación Baloncesto	+ Potencia aeróbica + Capacidad del cuerpo para suministrar oxígeno y nutrientes al músculo activo + Endurecimiento muscular + Capacidad de realizar actividades de la vida diaria + Función física + Retraso de la fatiga - Riesgo de cáncer de mama y de colon - Riesgo de diabetes tipo II - Enfermedad coronaria

Tabla 2

Beneficios de entrenamiento cardiovascular, fuerza y flexibilidad (Continuación)

Sistema de entrenamiento	Ejemplo de ejercicio	Beneficios potenciales para la salud
Entrenamiento de fuerza	Entrenamiento con pesas Entrenamiento de peso acuático	+ Fuerza +Equilibrar +Postura +Funcionamiento físico - Riesgo de osteoporosis - Riesgo de caídas - Riesgo de lesión
Flexibilidad	Ejercicio de estiramiento Estiramiento puerta Estiramiento isquiotibial	+ Rango de movimiento +Capacidad de realizar actividades de la vida diaria

Nota: Tomado de "Women and exercise in aging" por Kendall, y Fairman, 2014, *Journal of Sport and Health Science, 3*(3), 170-178.

1.8 Modelo de Toronto de condición física, actividad física y salud

Dado a que ciertos aspectos de la condición física tienen una relación estrecha con la salud de las personas, a partir de los años 60's – 70's, el concepto tradicional que se tenía de ésta, tuvo cambios que permitieron adaptarse a un enfoque biomédico. Se propuso el concepto como condición física saludable a "un estado dinámico de energía y vitalidad que permite a las personas llevar a cabo las tareas habituales de la vida diaria, disfrutar del tiempo de ocio activo y afrontar las posibles emergencias imprevistas sin una fatiga excesiva, a la vez que ayuda a evitar enfermedades hipocinéticas y a desarrollar el máximo de capacidad intelectual experimentando plenamente la alegría de vivir" (Bouchard y Shepard, 1993).

A partir de esto se desarrolló un modelo (Figura 1) que asoció la AF con la salud a través del nivel de AF habitual y aptitud física, en el cual se platearon los elementos que influyen en el proceso de adaptación del ser humano, específicamente los que se dan por la práctica de la AF (Ramírez, 2013).

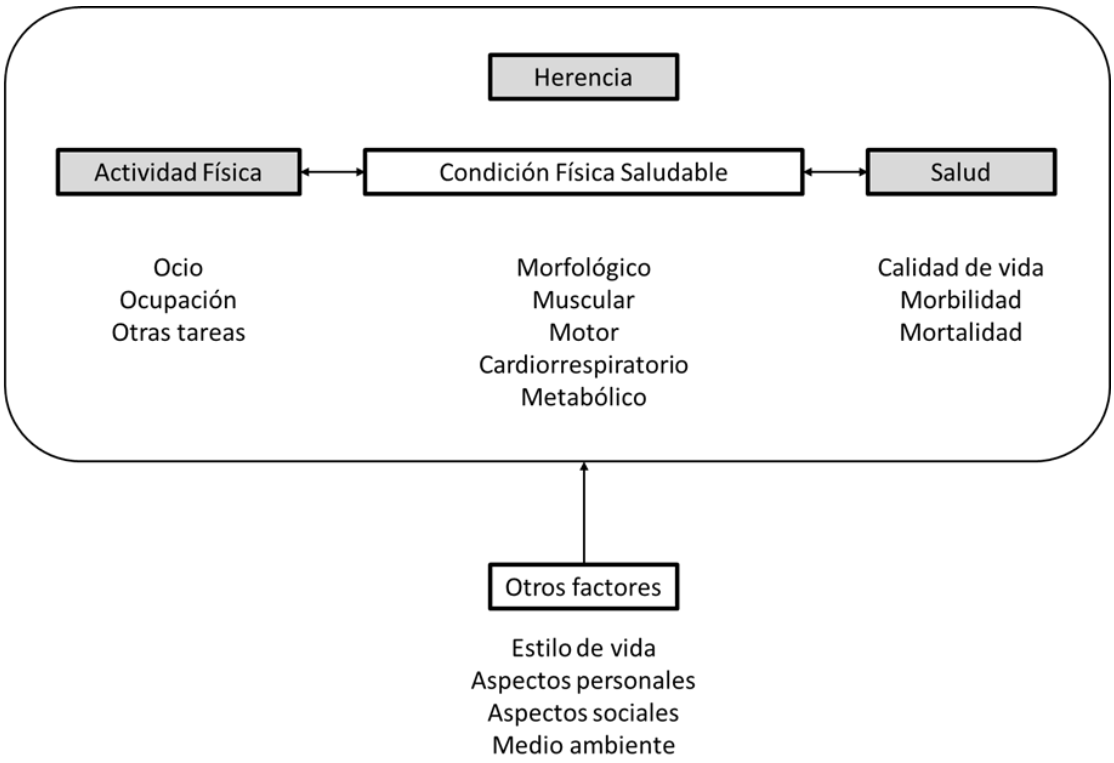

Figura 1. Modelo de Toronto de Condición Física, Actividad Física y Salud*:* Tomado de "Promoción de la salud y prevención de la enfermedad en el adulto mayor desde la perspectiva investigadora", por Ramírez 2013, *Hallazgos, 10*(20).

Este modelo hace referencia a que la condición física es integrada por varios componentes, los cuales son agrupados en dos secciones (Figura 2). La primera sección toma en cuenta la esfera de la salud, compuesta por elementos como la resistencia cardiorrespiratoria, resistencia muscular, fuerza muscular, composición corporal y flexibilidad. La segunda sección hace énfasis al rendimiento y nivel deportivo, integrada por capacidades como velocidad, agilidad, reacción, potencia, coordinación y equilibrio. Cabe mencionar que parte de los componentes propios del rendimiento deportivo, pasaron a formar parte del área de la salud por las características que permitían ser propias de esta, ya que se establecía una buena relación con la calidad de vida de las personas.

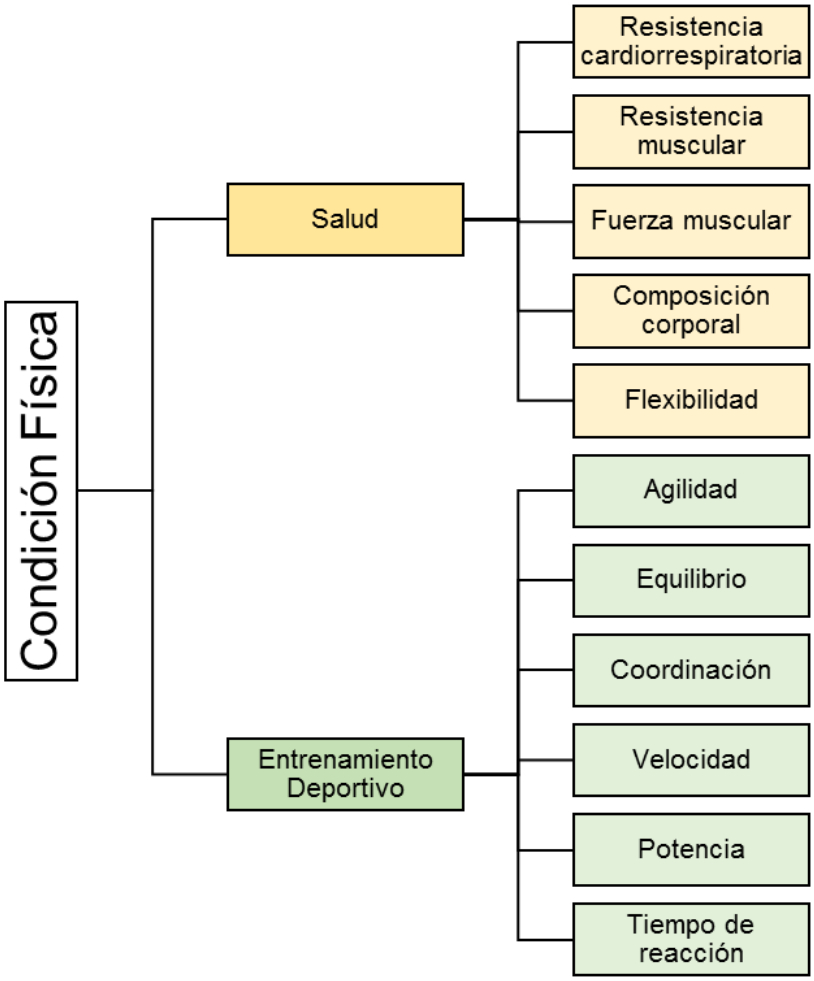

Figura 2. Clasificación tradicional de los componentes de la condición física en función de su relación con la salud y el rendimiento deportivo. Adaptado de "Condición Física y Salud" por Sánchez de la Cruz y Pino, (2010).

Por medio de los cinco componentes de la condición física saludable se establecen las adaptaciones fisiológicas que están en función de los niveles de AF (Tabla 3). Estas adaptaciones se engloban en dos categorías al hablar de condición física saludable: el primero relacionado a la salud por medio de las mejoras en los componentes de resistencia cardiorrespiratoria, resistencia muscular, fuerza muscular, composición corporal (Goodpaster et al., 2010) y flexibilidad; y el segundo, vinculado con el componente del rendimiento deportivo (agilidad, equilibrio, coordinación, velocidad y potencia).

El desarrollo de los componentes de fuerza muscular, resistencia cardiorrespiratoria, equilibrio y flexibilidad, son fundamentales para el mantenimiento

óptimo de la funcionalidad, ya que están relacionados directamente con su mejoramiento al ser considerados como unos de los mejores predictores del rendimiento físico (Batista y Gomes, 2014; Kim et al., 2012; Manini y Clark, 2012; Pinto et al., 2014). Lo que ayuda a aumentar la eficiencia del sistema durante el ejercicio y la capacidad de ofrecer un mejor aporte de oxígeno y glucosa a los músculos (Powell, Paluch y Blair 2011) así como mantener el equilibrio permanente al prevenir el riesgo de sufrir caídas mientras se realizan actividades cotidianas (Gelbard et al., 2014; Takeshima et al., 2014).

Tabla 3

Componentes de la condición física: factores, definición y alteraciones

Componente	Factor	Definición	Alteración
Morfológico	Composición Corporal	Cantidad y distribución de la grasa corporal	Sobrepeso, obesidad, enfermedades cardiovasculares y metabólicas
	Densidad Ósea	Contenido mineral de los huesos	Osteoporosis
	Flexibilidad	Capacidad funcional de las articulaciones de alcanzar su máxima amplitud de movimiento	Rigidez articular y acortamiento muscular
Muscular	Fuerza	Capacidad de los músculos de generar tensión	Debilidad, alteraciones musculares y Articulares
	Potencia	Capacidad de generar tensión por unidad de tiempo	Falta de potencia
	Resistencia	Capacidad de mantener la fuerza durante un período de tiempo prolongado	Fatiga precoz, alteraciones musculares y articulares
Cardiorrespiratorio	Resistencia cardiorrespiratoria	Capacidad para realizar tareas vigorosas, con grandes masas musculares implicadas, durante un tiempo prolongado	Pérdida funcional, enfermedades cardiovasculares y respiratorias
	Presión arterial	Presión normal de la sangre en las arterias	Hipertensión y enfermedades cardiovasculares

Tabla 3

Componentes de la condición física: factores, definición y alteraciones (Continuación)

Componente	Factor	Definición	Alteración
Metabólico	Tolerancia a la glucosa	Capacidad de metabolizar la glucosa y regularla mediante la insulina	Intolerancia a la glucosa, diabetes del adulto
	Metabolismo de las grasas	Capacidad de metabolizar las grasas y de regular su concentración en sangre (triglicéridos, colesterol, lipoproteínas, etc.)	Hiperlipemias y aterosclerosis
Motor	Agilidad y coordinación	Capacidad de utilizar los sentidos y los sistemas de control nervioso para realizar movimientos precisos	Mayor riesgo de accidentes
	Equilibrio	Capacidad de mantener el equilibrio en situaciones estáticas o dinámicas	Falta de equilibrio, mayor riesgo de accidentes

Nota: Tomada de "Modelo de Toronto, "Promoción de la salud y prevención de la enfermedad en el adulto mayor desde una perspectiva investigativa integradora," por Ramírez 2013, *Hallazgos, 10*(20).

1.9 Bases fundamentales del entrenamiento

Dentro de la actividad física, el ejercicio tiene la finalidad de mantener y mejorar la condición física. Esto se obtiene a través del entrenamiento, es decir, de forma controlada, estructurada y repetitiva, en base a la consideración de aspectos tanto cuantitativos como cualitativos, compuestos a partir de la planificación de las cargas de entrenamiento, tanto externa como interna (Bompa, 2009; Fernández-Castanys y Delgado, 2003; Lanier, 2005). De esta manera la adaptación al entrenamiento traerá consigo la elevación de las funciones del organismo, lográndolo mediante las adaptaciones funcionales orgánicas, como lo son las funciones cardiacas, respiratorias, endocrinas, neuromusculares, predominio vagal, entre otras (Fernández-Castanys y Delgado, 2003).

Para poder lograr lo anterior, se debe seguir una serie de principios del entrenamiento, como lo son el principio de la sistematización, principio de aumento de las cargas, principio de individualización, principio de sobrecarga, principio de supercompensación, entre otros (Bompa, 2009; Lanier, 2005; Siff y Verkhoshansky, 2014). El principio de aumento de la carga representa la cuestión de que a medida que

aumenta la carga de manera adecuada y con sus respectivas recuperaciones, aumentara el rendimiento y esta se puede abordar desde dos puntos (Brink et al., 2010; Buchheit, 2014; Halson, 2014; Lanier, 2005):

•La carga externa que es el trabajo que realiza el sujeto como resultado de una planificación del entrenamiento previa y está compuesta por elementos como el volumen, la intensidad, la densidad, la frecuencia y la duración. Ésta puede ser monitoreada de diversas formas, como por ejemplo el análisis de tiempo y movimiento (TMA), sistema de posicionamiento global (GPS), acelerómetros triaxiales, entre otras, con el fin de controlar la carga física.

•La carga interna que es el estrés fisiológico, biológico y psicológico relativo como respuesta a la carga externa del entrenamiento, compuesta por elementos como trabajo cardiovascular, respiratorio, enzimas, hormonas, entre otras, que pueden medirse por medios bioquímicos y fisiológicos.

Para lograr mejores adaptaciones, es necesario adecuar el entrenamiento individualmente, ya que los estímulos que recibe cada individuo se asimilan de forma diferente. De tal forma que el sujeto a través del entrenamiento genera una adaptación con el principio de sobrecarga, lo que representa un aumento de forma sistemática de la carga de entrenamiento para mejorar estas adaptaciones (Bompa, 2009; Lanier, 2005; Siff y Verkhoshansky, 2014).

Todo esto debe de tener carácter cíclico, de manera que el entrenamiento esté organizado de lo general a lo particular, por lo que la periodización debe consistir en la estructuración de un macrociclo (unidad total de un programa de entrenamiento), el cual es dividido en mesociclos, considerados como los diferentes ciclos dentro del macrociclo. Los mesociclos pueden ser modificados dentro de su propia etapa o ciclo, por medio de microciclos (secciones específicas del mesociclo) conformado por varias unidades de sesión, lo que finalmente resulta ser la organización diaria del proceso de preparación del individuo (Bompa, 2009; Lanier, 2005; Siff y Verkhoshansky, 2014).

Existen varios modelos de periodización, todos con los mismos fines y la relación de su aplicabilidad dependiendo del objetivo que se persiga. Entre los utilizados está el modelo Clásico de Matveev, el de Capacidades de Lanier, el de Bloques de Verkhoshansky, el Pendular de Arosjev, el ATR de Issurin, el Largo Estado

de la Forma de Bompa, entre otros (Bompa, 2009; Lanier, 2005; Martin-Dantas et al., 2010). Así, la adaptación de uno de estos modelos de entrenamiento perseguirá el ciclo de supercompensación que está guiado por el síndrome general de adaptación como respuesta adaptativa secuencial e inespecífica del individuo, contestando a la carga de entrenamiento que mediante una adecuada recuperación habrá un aumento fisiológico y biológico de todos los sistemas del organismo (Bompa, 2007; Fernández-Castanys y Delgado, 2003; Lanier, 2005).

1.9.1 Variabilidad de la frecuencia cardiaca como medida de entrenamiento.

La variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), es definido como la variación o las oscilaciones de la frecuencia de los latidos cardiacos durante un intervalo de tiempo, calculado por medio del tiempo entre latido y latido consecutivo de las ondas R en el complejo QRS medido habitualmente mediante un electrocardiograma (Montes de Oca et al., 2005; Rodas et al., 2008; Task Force, 1996). Este es un método de medición no invasivo que brinda información del sistema nervioso autónomo debido a su directa interacción con el equilibrio simpático-vagal y el sistema cardiovascular (Kleiger et al., 2005; Rodas et al., 2008).

Este parámetro se puede ver influenciado por factores fisiológicos como el gasto cardiaco, la respiración, la presión sanguínea y la circulación, aunque se pueden producir oscilaciones como respuestas a las cargas de entrenamiento y la recuperación, mostrando una mejor información sobre las adaptaciones del entrenamiento, por lo que regularmente brinda una base más sólida para individualizar el entrenamiento (Buchheit, Papelier, Laursen y Ahmaidi 2007; Kaikkonen et al., 2012; Saboul, Balducci, Millet, Pialoux, y Hautier, 2015; Stanley, Peake y Buchheit, 2013a; Yamamoto, Miyachi, Saitoh, Yoshioka y Onodera, 2001).

Dentro de la literatura existe una gran cantidad de métodos para medir la variabilidad de la frecuencia cardiaca, aunque pocos son los que más uso han tenido dentro del campo de las ciencias del deporte. Entre ellos está el dominio de tiempo, el dominio de la frecuencia, medidas geométricas y medidas no lineales, entre las que destacan el heart rate turbulence, power law slope y el diagrama de Poicaré (Buchheit,

2014; Rodas et al., 2008; Task Force, 1996). De esta forma, los métodos estadísticos del dominio del tiempo son los que mayor estudio han tenido dentro de las ciencias del ejercicio, entre ellos están los siguientes (Rodas et al., 2008; Task Force, 1996):

•RR: Intervalo de tiempo existente entre latido y latido medido en milisegundos.

•AvRR: Media de la duración de todos los intervalos RR y es medido en milisegundos.

•SDNN: Desviación estándar de todos los intervalos RR del periodo promedio, su medida es milisegundos y expresa la variabilidad total (en periodos de larga grabación).

•pNN50: Porcentaje de todos los intervalos RR que tienen una diferencia mayor a 50 milisegundos.

•rMSSD: Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR medida en milisegundos.

•SD1: Es la desviación estándar de todos los intervalos ortogonales de los puntos RR graficado de manera transversal en el diagrama de Poincaré.

•SD2: Es la desviación estándar de todos los intervalos ortogonales de los puntos RR graficado de manera longitudinal en el diagrama de Poincaré.

Sin embargo, dentro de la práctica la rMSSD y el SD1 son los más apropiados para monitorear el entrenamiento, ya que ambos reflejan la modulación parasimpática. Pueden ser útiles las grabaciones de corta duración, ya tienen muy poca sensibilidad a los patrones respiratorios, proporcionan de manera fiable y directa la cuantificación de la carga de entrenamiento tales como el control de la fatiga, la forma física, rendimiento a corto plazo y periodos de entrenamiento más largos (Buchheit, 2014; Plews et al., 2013; Saboul et al., 2015; Stanley et al., 2013b). Recientemente se la ha dado mayor uso al logaritmo natural o logaritmo neperiano de la rMSSD (LnrMSSD), debido al menor coeficiente de variación cuando se tienen datos asimétricos, obteniendo un menor error típico y otorgando resultados más objetivos en el monitoreo a corto plazo y longitudinal del entrenamiento (Plews et al., 2013).

Se ha observado dentro de la literatura que una disminución en la modulación vagal y la relación simpático-vagal, es el resultado del aumento de la edad, por lo tanto, a mayor edad, la variabilidad de la frecuencia cardiaca disminuye, independientemente

de si se presentan o no condiciones patológicas. A continuación, se presenta algunos de los factores (Tabla 4) y medicamentos (Tabla 5) que más inciden sobre la VFC y se deben tomar en consideración al momento de evaluarla.

Tabla 4

Factores internos y externos que influyen sobre la VFC

Factor	
Interno	Externo
Sexo	Obesidad
Edad	Ejercicio
Sistema respiratorio	Sobre entrenamiento
	Farmacología
	Posición del cuerpo
	Factores ambientales
	Patologías

Nota: Tomado de Valores de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en los dominios de tiempo y de frecuencia y gráfico de Poincaré medida en reposo en sujetos jóvenes y activos (Tesis doctoral), Por Corrales, (2010), Universidad Pablo de Olavide.

Tabla 5

Farmacología que incide sobre a VFC

Medicamento	Efecto sobre la VFC
Atropina	Inhibe la actividad vagal sobre el nódulo sinusal.
Escopolamina	Incremento de la actividad vagal en pacientes en la etapa aguda del infarto de miocardio.
Propanolol (β-bloqueante adrenérgico)	Desciende significativamente la FC en reposo y presión sanguínea arterial.
Atenolol (β-bloqueante agudo)	A nivel neural se produce bradicardia, un predominio vagal, descenso de BF y ascenso de AF; a nivel muscular una disminución de BF y aumento de AF.
Ivabradine	Desciende la FC en reposo.
Metroprolol	Incrementa significativamente la media RR y la sensibilidad de los baroreceptores.
Nerbivolol	Incremento de indicadores en dominio de tiempo y reducción de la relación BF/AF.
Fentolamina	Reducción de la actividad simpática.
Carvedilol	El pRR50 se incrementa significativamente, al igual que la energía espectral para las bajas y altas frecuencias.

Tabla 5

Farmacología que incide sobre a VFC (Continuación)

Medicamento	Efecto sobre la VFC
Nitroglicerina IV	Aumento de la FC.
Dexmedetomidine	Disminución de la FC.
Clonidina	Incremento de energía espectral de las bajas y altas frecuencias.

Nota: Tomado de Valores de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en los dominios de tiempo y de frecuencia y gráfico de Poincaré medida en reposo en sujetos jóvenes y activos (Tesis doctoral), Por Corrales, (2010), Universidad Pablo de Olavide.

Sin embargo, la literatura que hable sobre los efectos del ejercicio en la modulación autonómica, aun es rara e inconclusa (Antelmi et al., 2004; da Silva et al., 2016; Melo et al., 2005), por lo que algunos autores han examinado los efectos del entrenamiento mediante programas de fuerza y resistencia llegando a la conclusión que es muy útil la utilización de la monitorización de la VFC para observar las modulaciones en las funciones autonómicas en los adultos mayores (Albinet et al., 2010; da Silva et al., 2016).

El estudio de la VFC en la población de la tercera edad se ha destacado principalmente en investigaciones con relación al área médica, dirigida a fines de ver la relación con patologías, sobre todo en problemas en el sistema cardiovascular y predicción de mortalidad (Emery, Stoney, Thayer, Williams y Bodine, 2018; Ferreira et al., 2018; Hemmingsen et al., 2015; Koichubekov, Sorokina, Laryushina, Turgunova y Korshukov, 2018; Lee et al., 2018), sin embargo se ha tenido cierta inclinación por la relación en el área psicológica, analizando el efecto que tiene la VFC con trastornos psicológicos como depresión (Brown et al., 2018; Ha, Park, Yoon y Kim, 2015; Spinhoven, van der Veen, Voshaar y Comijs, 2017; Toni et al., 2016) estrés (Schwarz et al., 2018), así como también, considerada como un factor que predispone a un envejecimiento saludable (Tan, Beilharz, Vollmer-Conna y Cvejic, 2018).

Sin embargo, pocos y recientes son los estudios que hacen alusión a la utilización VFC en relación con la actividad física en la tercera edad (Cole, Wijarnpreecha, Chattipakorn, y Chattipakorn, 2016; Gambassi et al., 2016; Liao et al.,

2018), esto quizá, por la gran cantidad de factores intrínsecos (edad, patologías, enfermedades, postura, salud psicológica, etc.) y factores extrínsecos (hora del día, clima, etc.), que en la vejez, vuelve más complejo el análisis la VFC. Por tal motivo es difícil contar con valores referenciales propios del adulto mayor. Hasta el momento, la búsqueda de información solo ha arrojado un estudio elaborado por Dantas et al. (2018) quienes proporcionan valores de referencia de VFC (Tabla 6), el cual tomó como consideración a 2,874 adultos entre rangos de edad de 34 a 74 años, cabe mencionar que la información que se obtuvo para este estudio fue en estado de reposo a corto plazo en una muestra grande, saludable y sin medicación.

Tabla 6

Análisis del dominio del tiempo por rango de edad

Variable	Rango de Edad	Percentiles						
		2.5	10	25	50	75	90	97.5
Frecuencia cardiaca (lpm)	35–44	50	54	60	66	72	77	86
	45–54	51	55	60	65	71	76	83
	55–64	51	56	60	65	70	75	82
	65–74	46	55	59	64	72	78	85
N-Nvariance (ms^2)	35–44	439	727	1145	1844	2966	4841	7484
	45–54	360	544	882	1471	2583	4036	6685
	55–64	223	480	759	1249	2120	3435	7142
	65–74	221	380	619	1062	2031	4536	9101
SDNN (ms)	35–44	21	27	33.8	42.9	54.5	69.6	86.5
	45–54	19	23.3	29.7	38.3	50.8	63.5	81.8
	55–64	14.9	21.9	27.6	35.3	46	58.6	84.5
	65–74	14.9	19.5	24.9	32.6	45.1	67.3	95.4
pNN50 (%)	35–44	0	0.4	2.2	8	20.6	37.2	55.1
	45–54	0	0	0.9	4.7	14.1	28.4	47.1
	55–64	0	0	0.6	2.7	8.4	21.3	40.4
RMSSD (ms)	35–44	12.1	17	23.1	31	42.4	58.4	81.2
	45–54	10	13.8	19.1	26.6	37.1	50.2	69.4
	55–64	9.5	12.6	17.5	23.1	31.9	44	67.5
	65–74	7.4	10.3	15	21.1	31.6	48.8	115.7

Nota: Tomada de Reference values for short-term resting-state heart rate variability in healthy adults: Results from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health—ELSA-Brasil study por Dantas, Kemp, Andreão, da Silva, Brunoni, Hoshi, y Mill, (2018). *Psychophysiology*, *55*(6).

Cabe mencionar que, para el año de 1996, un grupo de trabajo de la Sociedad Europea de Cardiología y Sociedad Norteamericana de Estimulación y Electrofisiología, llegan a un consenso y establecen medidas estándares de VFC, interpretación fisiológica y uso clínico, para población en general, (Task Force, 1996), donde hacen mención del nivel de factor de riesgo cardiovascular que el individuo puede tener, determinado por el dominio de tiempo en cada uno de los índices de VFC (Tabla 7).

Tabla 7

Referencias para el dominio del tiempo y estratificación del nivel de riesgo cardiovascular

Índice de VFC	Dominio del tiempo	Nivel de riesgo
Promedio de intervalo RR	RR < 750 ms	Alto
	RR 750–900 ms	Moderado
	RR > 900 ms	Bajo
SDRR	SDRR < 50 ms	Alto
	SDRR 50–100 ms	Moderado
	SDRR > 100 ms	Bajo
pRR50	pRR50 < 3%	Alto
	pRR50 ≥ 3%	Bajo
SDARR	SDARR < 8 ms	Alto
	SDARR 8–12 ms	Moderado
	SDARR ≥ 12 ms	Bajo
Índice SDRR	Índice SDRR < 25 ms	Alto
	Índice SDRR = 25–40 ms	Moderado
	Índice SDRR ≥ 40 ms	Bajo

Nota: Tomada de Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, *93*(5), 1043-1065.

1.10 Programa multicomponente

Los efectos positivos del ejercicio físico sobre la salud de un adulto mayor pueden obtenerse de una manera más eficiente cuando en la intervención se incluye más de un componente de acondicionamiento físico; es decir, fuerza, resistencia, flexibilidad o equilibrio, esto en comparación a un entrenamiento exclusivo de una sola capacidad (Cadore et al., 2013). El trabajo simultáneo de varias capacidades es

conocido como programa multicomponente, el cual permite desarrollar de manera autónoma las actividades diarias como bañarse, ir al baño, subir escaleras, levantarse de la silla, caminar y/o usar una silla de ruedas, otorgando al adulto la posibilidad de poder adquirir una mejor calidad y estilo de vida (Justine et al., 2011).

Este tipo de programas al combinar un entrenamiento de fuerza, resistencia, equilibrio y marcha, han demostrado cambios positivos en la capacidad funcional (Izquierdo, Cadore y Casas, 2014). Los beneficios del ejercicio físico se asocian a una disminución del riesgo de mortalidad, enfermedades crónicas, institucionalización, deterioro cognitivo y funcional. La práctica de ejercicio físico es la intervención más eficaz para retrasar la discapacidad y pérdida de funcionalidad.

Estudios como el de Taguchi, Higaki, Inoue, Kimura y Tanaka (2010), cuyo objetivo fue el de ver los efectos de un programa de entrenamiento multicomponente con duración de 12 meses sobre el rendimiento físico y la actividad física diaria entre las personas muy mayores con discapacidades menores, demostró como la fuerza del tren inferior aumentó y por otro lado la agilidad en tiempo disminuyó.

Aunque las recientes evidencias demuestren que un programa multicomponente tiene más peso que los entrenamientos tradicionales en cuanto al beneficio que aporta para la capacidad física de los adultos mayores, otras investigaciones demuestran que la intervención de ambos tipos de programas a corto plazo pueden ser efectivos para la mejora de fuerza y agilidad (Sousa y Mendes, 2015), sin embargo el beneficio que se puede obtener de la aplicación de los programas multicomponentes es incluso favorable para aquellos adultos que ya se encuentran con fragilidad (Tarazona-Santabalbina et al., 2016).

Así como es notorio el incremento y beneficio sobre capacidades fundamentales como fuerza y agilidad, Justine, Hamid, Mohan y Jagannathan (2011) en el estudio que realizaron con diseño cuasiexperimental para conocer los efectos de la aplicación de un programa multicomponente, pudieron observar y registrar aumentos significativos en resistencia cardiorrespiratoria y en fuerza de miembros superiores de un 41.79% de progreso, así como en fuerza de los miembros inferiores (46.19%) y en equilibrio (49.58%). Sin dejar de lado que la flexibilidad también mostró mejoría (miembro inferior derecho; 63.57%) en miembro inferior izquierdo (44.17%),

miembro superior derecho (36.67%) y miembro superior izquierdo (63.1%), pudiendo constatar lo que menciona Bouchard y Shepard (1993) en el modelo de Toronto, que hace alusión a que las capacidades fundamentales para optar por una funcionalidad optima que se deben desarrollar es la flexibilidad articular, fuerza muscular, resistencia cardiorrespiratoria la agilidad, coordinación y equilibrio.

Es importante recalcar que la implementación de este tipo de programas en la actualidad sobre la población adulta mayor sigue en carencia pese a que ya se ha dado a conocer los aportes y beneficios. Bouaziz et al. (2016) respalda esta afirmación al mostrar a través de una revisión sistemática hecha a partir de la búsqueda en las bases datos de CINAHL Plus, Embase, Medline, PubMed Central, ScienceDirect, Scopus, Sport Discus y Web of Science, y de haber considerado todos aquellos estudios de intervención, obtuvo un total de 2,525 artículos, y solo 27 de ellos fueron incluidos en la revisión sistemática, ya que cumplieron con los requisitos para considerarse como programa multicomponente.

La intervención de programas multicomponentes al no ser exclusivos de la población adulta mayor sana, tienen también como finalidad prevenir la transición a la fragilidad, ya que prevenir y retrasar este proceso, es beneficioso para la reducción de los resultados adversos que se dan en la salud, como lo es la disminución de las tasas de caída, hospitalización, institucionalización, y los cotos financieros asociados a todo esto. Estudios como el de Fairhall et al. (2015), tiene como finalidad demostrar la efectividad que los programas multicomponentes pueden tener en los adultos mayores con pre- fragilidad y fragilidad diagnosticada, con la intención de poder mostrar la rentabilidad y la utilización eficiente de los servicios de salud dirigidos a esta población en especial.

1.11 Etapa de efecto residual del entrenamiento

Dentro del entrenamiento, el principio de reversibilidad menciona que durante un entrenamiento regular y sistemático se da como resultado mejoras y adaptaciones fisiológicas que pueden aumentar el rendimiento. El principio del efecto residual del entrenamiento es dar una reversión parcial o total de todas estas adaptaciones logradas (Hawley y Burke, 1998). De tal manera que, el efecto residual es considerado

como la pérdida parcial o total de la gran mayoría de las adaptaciones fisiológicas y anatómicas realizadas por el entrenamiento, debido al corte del ejercicio o su reducción misma (Fleck, 1994; Mujika y Padilla, 2000; Schneider et al., 1998). De este modo es que, al detener el entrenamiento, por la interrupción temporal o total de un programa sistemático de entrenamiento físico, da como resultado esta caída progresiva o reducción continua de las adaptaciones al entrenamiento (Mujika, 1998).

El efecto residual es un término que fue conceptualizado por Counsilman y Counsilman (1991), quienes establecieron que los residuos del entrenamiento son importantes dentro de la teoría del entrenamiento (Issurin, 2012). Después de una adaptación general al ejercicio, estos efectos son de gran importancia (Tabla 8), ya que cuando se implementa un programa de entrenamiento con el fin de desarrollar una capacidad específica, la duración de los residuos del mismo entrenamiento son los determinantes para observar la duración de permanencia de la capacidad desarrollada y de esta forma medir la disminución y el índice de perdida desarrollada (Issurin, 2012).

Tabla 8

Residuos del entrenamiento: tipo, atribución e índice de pérdida

Tipo	Atribución	Cambio del estado	Ritmo de perdida
Efectos residuales a largo plazo	Sistema musculo esquelético	Transformación morfológica de huesos y articulaciones Gran adaptación somática de los músculos	Cambios parcialmente irreversibles Varios años
Efectos residuales a largo plazo	Sistema neuromuscular	Adquisición de gran coordinación	Varios años
	Sistema cardiovascular	Hipertrofia cardiaca Diámetro de aorta	Varios años
Efectos residuales a mediano plazo	Sistema cardiovascular y respiratorio	Densidad capilar Frecuencia cardiaca en reposo Volumen sistólico en reposo	Varios meses
	Sistema neuromuscular	Reclutamiento de fibras musculares Diferenciación de fuerza y equilibrio	Varios meses

Tabla 8

Residuos del entrenamiento: tipo, atribución e índice de pérdida (Continuación)

Tipo	Atribución	Cambio del estado	Ritmo de perdida
Efecto residual a corto plazo	Productividad metabólica máxima aeróbica	Aumento de umbral anaeróbico Aumento de enzimas aeróbicas Almacenamiento de glucógeno muscular	Varias semanas
	Productividad metabólica máxima anaeróbica	Aumento de la potencia	Algunas semanas o varios días

Nota: Tomado de "*Entrenamiento deportivo. Periodización en bloques"* Issurin (2012), basado de Issurin (2003).

El síndrome del efecto residual surge cuando el sujeto que ha realizado actividad física prolongada repentinamente abandona esa actividad física regular que solía realizar. Cuando este síndrome es frecuente y agudo, se puede caracterizar por mareos, desmayos, palpitaciones, dolores de cabeza, pérdida de apetito, insomnio, ansiedad, depresión, entre otros (Pavlik et al., 1986). Aun así, las consecuencias del efecto residual del entrenamiento a las adaptaciones dadas por la actividad física han sido erróneamente documentadas y/o con deficiencias (Ratel et al., 2012).

En las personas mayores se ha llegado a pensar que son más propensos a estos cambios cuando se interrumpe su actividad física que su contraparte, los jóvenes, esto debido a varios aspectos en los cambios físicos y conductuales, como lo son las enfermedades crónicas o dolencias, prevalencias de algunas lesiones, efectos secundarios de la administración de fármacos, depresión y disminución de la motivación (Hui y Rubestein, 2006).

Sin embargo, la investigación realizada en adultos mayores ha sido muy limitada, principalmente la relacionada a los cambios en la capacidad funcional después de un efecto residual (Kalapotharakos et al., 2010; Toraman, 2005). Solo algunas investigaciones han estudiado el efecto residual en el porcentaje de VO_2max., relacionado con los adultos mayores dependientes del umbral ventilatorio y la eficiencia muscular (Joyner y Coyler, 2008). Además de estos cambios, algunos indicadores de salud se ven afectados como lo son la circulación, la sensibilidad a la

insulina, perfil lipídico, estados inflamatorios, función endotelial, entre otros. Estos indicadores metabólicos, son de vital importancia, ya que su aumento predomina en personas mayores que tienden a ser obesas o con sobrepeso (Soni et al., 2011).

Actualmente hasta donde se ha hecho búsqueda de información, no se ha encontrado suficiente información sobre los efectos residuales y su perdida en adultos mayores. Sin embargo, Issurin (2012), muestra que estos efectos residuales, se pueden ver afectados por algunos factores (Tabla 9) que se muestran a continuación:

Tabla 9

Factores influyentes en la duración del efecto residual del entrenamiento a corto plazo

N°	Factor	Influencia
1.	Duración del entrenamiento antes del cese	El entrenamiento más prolongado causa residuos más prolongados
2.	Nivel de concentración de la carga antes del cese	El entrenamiento altamente concentrado en comparación con un entrenamiento complejo con múltiples componentes causa residuos más cortos
3.	Edad y duración de la carrera deportiva	Los deportistas mayores y con más experiencia tienen residuos más prolongados
4.	Carácter de la preparación después del cese de un entrenamiento concentrado	El uso de cargas estimulantes apropiadas permite prolongar los residuos y evita un desentrenamiento rápido
5.	Capacidades objetivo	La capacidad asociada a los cambios morfológicos y bioquímicos tiene residuos más prolongados

Nota: Tomado de "*Entrenamiento deportivo. Periodización en bloques"* Issurin (2012), basado de Counsilman y Counsilman (1991), Hettinger (1966), Zatsiorsky (1995).

Ratel y colaboradores (2012), realizaron un estudio de un entrenamiento de 12 semanas mediante un programa multicomponente y con un periodo de efecto residual de ocho semanas con el objetivo de analizar los efectos sobre el VO_2max., fuerza muscular, resistencia a la insulina, perfil lipídico, entre otras, en adultos mayores. Llegan a la conclusión que es importante la prescripción adecuada del ejercicio en adultos mayores y la necesidad de no interrumpir o desentrenar estos procesos, ya que los resultados de esta investigación muestran que todas las ganancias de los indicadores mencionados se revirtieron completamente.

Otro estudio multicomponente con un periodo de duración de 16 semanas sugiere que los beneficios que se adquieren de un programa de esta naturaleza pueden ser durante dos meses o más, una vez finalizada la intervención. Sin embargo, la falta de más información sobre el efecto residual en programas de este tipo sigue siendo limitada quizá por la complejidad que implica el hecho de tratarse de adultos mayores que pueden presentar enfermedad, defunción, negación, caídas que imposibiliten su valoración, entre otras (Ansai, Aurichio, Gonçalves y Rebelatto, 2016).

1.12 Adherencia a la actividad física

Pese que en la actualidad parte de la población adulta mayor tenga un concepto positivo de la actividad física, esto no ofrece como garantía el desarrollo de este tipo de hábito, debido a factores como la discrepancia que hay entre lo recomendable y la práctica, y sin dejar de lado la falta de adherencia hacia la realización del ejercicio físico (de Lacy-Vawdon et al., 2018). Aunque se cuente con suficiente información bibliográfica que demuestra sobre las barreras y elementos que ayudan y facilitan la realización de actividad física en la tercera edad, queda aún la necesidad de investigar sistemáticamente sobre aquellos factores influyentes a la participación y adherencia como tal.

La OMS (2014) en un informe dio a conocer que aproximadamente el 55% de la población de los 50 años en delante a nivel mundial no cumplían con los niveles recomendado de actividad física. Particularmente en algunos países, la participación es realmente baja, por ejemplo, en Estados Unidos considerado una de las grandes potencias, sus adultos mayores de 65 años y más, registraron un promedio menor a los 20 minutos por día en la actividad física (Bureau of Labor Statistics, 2016), en Canadá por su lado, el reporte de participación en ejercicio a la semana es inferior al 12% (Canadian Fitness y Lifestyle Research Institute, 2010), por otro lado, en México se reporta una prevalencia de inactividad física en población de 60 a 69 años de edad mayor al 23%, al hablar de las mujeres esta cifra es mayor con un reporte del 24% (Secretaria de Salud, 2015). A nivel estatal, en Monterrey se tiene reportado solamente un 17.1% de personas activas de los 60 años en delante, demostrando así, como en

el contexto mexicano de la mano al incremento de edad, se produce un descenso en el nivel de actividad física para la tercera edad (Zamarripa, 2010).

Para poder obtener los efectos benéficos del ejercicio, implica tener una participación continua. Para el adulto mayor es difícil adquirir este hábito y ser persistente en el cumplimiento dado a que se enfrenta a la comorbilidad, falta de apoyo social, discapacidad y trastornos como la depresión, siendo factores predisponentes al apego a programas de acondicionamiento físico (Macchi et al., 2009; Stepanczuk y Charvat, 2010).

Estudios como el de Franco et al. (2015), a través de una revisión sistemática de estudios cualitativos, los cuales investigaron las perspectivas que el AM tiene sobre la realización de la AF, concluyeron en la determinación de seis aspectos que influyen para que un adulto participe; influencias sociales, limitaciones físicas, prioridades competitivas, dificultades de acceso, percepciones de los beneficios, motivación y creencias personales. Otros estudios demuestran que el factor social asociado a la realización de la actividad física beneficia a que se tenga una mayor participación a largo plazo y adherencia al programa, así como también a lograr una mejor cohesión grupal (Farrance, Tsofliou, y Clark, 2016; McPhate, Simek y Haines, 2013). Por lo tanto, es importante considerar que, dentro del diseño y estructuración de aquellas planificaciones de actividad física para el adulto mayor, sean incluidas las dimensiones sociales para que permitan la optimización de la experiencia y se dé el desarrollo de conexiones, apoyo y oportunidad de socialización el cual se verá reflejado no solo en una adherencia al programa si no una efectiva participación.

Tomar en cuenta aspectos referentes a las necesidades, preferencias y habilidades propias de los participantes, propician a la asistencia y adherencia a programas de actividad física, así como comprender los factores individuales, sociales, comunitarios y demográficos. Al tomar en cuenta lo anterior, es posible desarrollar estrategias efectivas para aumentar el apego a la actividad física, de tal modo que los expertos en dicha área tienen que contar con el conocimiento y habilidades para poder ajustar el diseño de los programas donde el ejercicio, la intensidad, frecuencia, densidad, y hasta las habilidades y el material, se adapten a la población con la que se está trabajando. No se debe de dejar de considerar que las limitantes más comunes

para la falla en un programa para el adulto mayor son factores extrínsecos de ubicación y costo que limitarían la asistencia a programas de esta naturaleza (Lacy-Vawdon et al., 2018; Seguin et al., 2010) e intrínsecos como los problemas de salud mental pues se ha registrado que las personas con riesgo de depresión tienen menos probabilidades de adherencia a programas prescritos (Stineman et al., 2011).

La adhesión hacia los programas se da por la creencia de que la intervención será efectiva; es decir, la expectativa que la persona tiene del resultado que va a obtener, así como la creencia de que el sujeto tiene de que es capaz de seguir las instrucciones y puede cumplir con los requisitos; esto es, la expectativa de la eficacia (Flegal, Kishiyama, Zajdel, Haas y Oken, 2007). Siendo así, es clave otorgar el aporte informativo de los avances y beneficios que los individuos van obteniendo en el proceso de aplicación (Hawley-Hague et al., 2013), ya que esto incentiva al adulto mayor a seguir con su constante asistencia y propicia a que adquiera el hábito de la actividad física.

Sin embargo, un punto importante a considerar es que la adherencia al ejercicio en programas con duración de medio a largo plazo suele ser baja, pues la persona sabe qué hacer y no hacer (brecha conocimiento-comportamiento), la adopción inicial en entornos supervisados no se traduce en una rutina diaria autogestionada, y la persona se detiene y no se reinicia (Myers y Midence, 1998), situación que compromete la adherencia que es significativa para que la condición física y el mantenimiento del ejercicio de resultado en el individuo en su salud general (Hay-Smith, McClurg, Frawley y Dean, 2016).

1.12.1 Modelo Transteórico.

El Modelo Transteórico (TTM) surgió a partir de la realización de un análisis comparativo entre las principales teorías de la psicoterapia y el cambio de comportamiento, todo esto con el objetivo de poder integrar de manera sistemática más de 300 teorías de psicoterapia, donde finalmente, el análisis comparativo identificó veintinueve de las teorías relevantes y disponibles que sirvieron para explicar los cambios en el comportamiento de personas dependientes de drogas y consumidores de cigarrillo (objetivo inicial del modelo). De tal modo que el TTM utiliza una dimisión

temporal y las etapas de cambio, para así poder integrar procesos y principios de cambio a partir de las diferentes teorías, de ahí el nombre *"transtheoretical"* (Prochaska, 1979; Prochaska y Velicer, 1997).

El TTM del cambio de comportamiento en salud, se consolidó durante el año de los 90's (Nutbeam y Harris, 1998), y a partir de los estudios iniciales del tabaquismo, el modelo permitió tener un mayor alcance en investigaciones y su aplicación pudo abarcar una amplia gama de comportamientos de salud y salud mental (Carvalho de Menezes, Bragunci, dos Santos y Souza, 2016).

Prochaska y Velicer, (1997) y Cabrera y Gustavo, (2000), explican que, en el modelo, el cambio espontáneo o inducido del comportamiento de los individuos es a través de cinco variables o constructos teóricos:

1. Etapas: clasifica a los individuos con respecto a su progresión en el cambio.

2. Procesos de cambio: estrategias y técnicas cognitivas, afectivas y experienciales y comportamentales usadas para cambiar el comportamiento.

3. Balance decisional: refleja el peso relativo que el individuo otorga a pros y a contras de cambiar su comportamiento de riesgo para la salud.

4. Tentación: refleja la intensidad o urgencia experimentada por el individuo para realizar o practicar un comportamiento específico, particularmente en la presencia de factores o estímulos condicionantes o contextos emocionalmente complejos.

5. Autoeficacia: confianza que una persona tiene de que puede enfrentar una situación de riesgo sin tener una recaída en su comportamiento indeseado o nocivo para la salud.

Las etapas de cambio representan según el modelo, un proceso el cual se da en una serie de seis etapas.

1. Pre-contemplación: el individuo no tiene la intención de cambiar, no hay iniciativa por tomar medidas en el futuro previsible (generalmente seis meses). Suelen estar en esta etapa por la falta de información en cuanto a las consecuencias en base al comportamiento actual o por fallas en el pasado al querer haber hecho un cambio.

2. Contemplación: el individuo tiene la intención de hacer un cambio, tiene conocimiento del beneficio que podría tener el cambio, y a su vez de los

inconvenientes, manteniéndolo estancado en esta etapa. La persona por lo general suele tener un plan de acción.

3. Preparación: en esta etapa se adquiere una concientización del cambio, es consciente de los beneficios y minimiza los contras, comienza realizando pequeños cambios.

4.Acción: el individuo ha realizado cambios en estilos de vida en aproximadamente los últimos seis meses, representando el cambio de comportamiento a través de la operación.

5. Mantenimiento: el individuo mantiene un trabajo constante en el cambio, adquiriendo mayor confianza y tratando de evitar las recaídas, sin embargo, los procesos de cambio aun no son constantes.

Recién estructurado el TTM, se tenía conceptualizado el cambio de las etapas como una progresión lineal, sin embargo, se trataba de un fenómeno posible pero raro en cuanto a comportamientos adictivos se refiere, por lo que se diseñó otra estructura con forma de espiral, donde se representa como el individuo recorre cada una de las etapas de cambio, así como las recaídas que suelen tener en este proceso, hasta concluir todas las etapas (Figura 3).

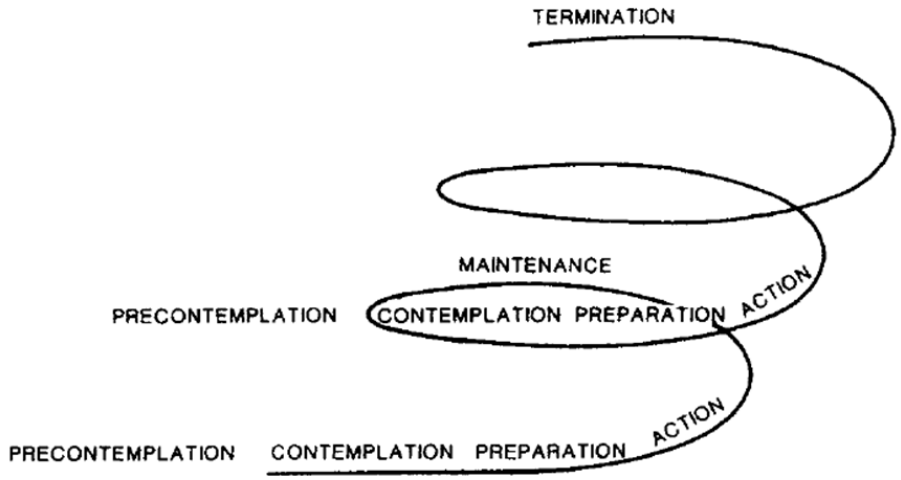

Figura 3. Modelo espiral de las etapas de cambio. Tomado de Prochaska, DiClemente y Norcross, (1992). In search of how people change: Applications to addictive behaviors. *American Psychologist, 47*(9), pág. 1102.

Como parte del modelo, el balance decisional y la autoeficacia conforman parte fundamental pues están presentes en cada una de las etapas (Figura 4). El balance decisional está relacionado con la influencia de los beneficios y contras que tienen durante el proceso de cambio, y la autoeficacia por su lado es la confianza percibida de la persona en su capacidad para superar esas barreras y poder iniciar y mantener el cambio (Marcus, Rakowski y Rossi, 1992).

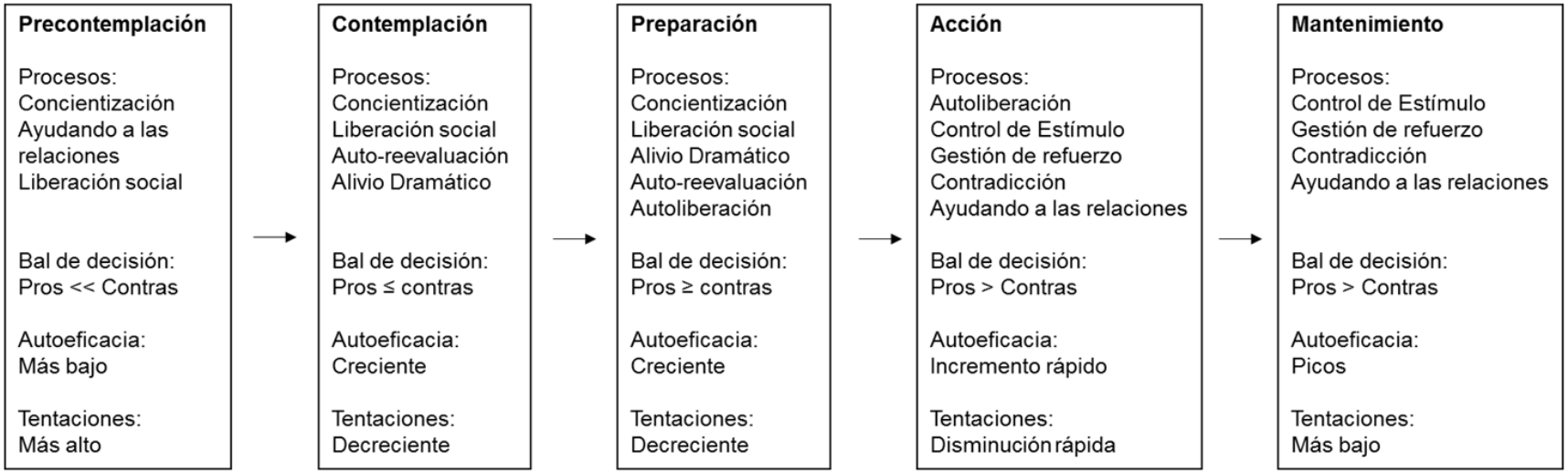

Figura 4. Relación entre las etapas de cambio, procesos de cambio, balance decisional, autoeficacia y tentación. Adaptado de Nigg et al., (2011). A research agenda to examine the efficacy and relevance of the Transtheorical Model for physical activity behavior. Psychology of sport and excercise, 12(1), 7-12.

Actualmente se considera que el TTM se estructuró como un modelo integral de cambio de comportamiento, que reúne aspectos cognitivos, conductuales y temporales en un solo enfoque. Es utilizado para el desarrollo y revisión de la efectividad de aquellas intervenciones que van dirigidas al área de la salud, dentro de los contextos de investigación y servicios de salud, ya que ayuda a abordar comportamientos múltiples. Esto permite estructurar estrategias que ayuden a controlar las morbilidades multifactoriales como lo son las enfermedades crónicas, prolongar la vida y promover los hábitos hacia una buena salud (Carvalho de Menezes, Bragunci Bedeschi, dos Santos y Souza Lopes, 2016; Nigg et al., 2011).

1.14 Antecedentes de otros estudios

En este apartado se dan a conocer los avances reportados por estudios referentes a los programas multicomponentes y su aplicación, así como la prescripción y tratamiento de las capacidades físicas de fuerza, resistencia, flexibilidad y equilibrio.

Estudios como el de Taguchi, Higaki, Inoue, Kimura y Tanaka (2010), cuyo objetivo fue el de medir los efectos de un programa de entrenamiento multicomponente de 12 meses sobre el rendimiento físico y la actividad física diaria entre las personas muy mayores con discapacidades menores, participaron 31 sujetos (6 hombres y 25 mujeres) con edad de 85 (74 ± 96) en el grupo de intervención y 34 sujetos en el control (6 hombres y 28 mujeres) con una edad promedio de 84 (77 ± 96). Las medidas de la condición física incluyeron fuerza muscular (extremidades inferiores y de agarre), equilibrio/ balance (posición de la pierna cronometrada con los ojos abiertos), flexibilidad (prueba de sentarse y alcanzar) y capacidad de resistencia aeróbica (6 minutos a pie). Las medidas de la capacidad de andar se calcularon analizando el movimiento y comprendieron la velocidad de caminar y la longitud de la zancada, así como el ángulo de la articulación de la rodilla, el ángulo del tronco y el ángulo del muslo al contacto con el talón. En el grupo de intervención referente a la fuerza del tren inferior tuvieron un aumento y una disminución significativos en la distancia de 6 minutos de caminata ($p < .05$).

Justine, Hamid, Mohan y Jagannathan, (2011) en el estudio que realizaron con diseño cuasiexperimental con el objetivo de medir los efectos del entrenamiento con

ejercicios multicomponentes de 12 semanas sobre el funcionamiento físico entre ancianos institucionalizados en Malaysia. Los 43 participantes (edad = 70,88 ± 7,82 años) fueron autoasignados a un grupo de intervención (*n* = 23) o de control (*n* = 20). En dicho estudio utilizaron el Senior Fitness Test (SFT) para evaluar la fuerza, resistencia cardiovascular, flexibilidad y agilidad. Se observaron aumentos significativos ($p < .05$) en el grupo de intervención, en resistencia cardiorrespiratoria en fuerza de miembros superiores con un 41.79% de progreso, así como en fuerza de los miembros inferiores (46.19%) y en equilibrio (49.58%), la flexibilidad también mostró mejoría (miembro inferior derecho; 63.57%), miembro inferior izquierdo (44.17%), miembro superior derecho (36.67%) y miembro superior izquierdo (63.1%). El grupo de control no mostró ningún cambio significativo ($p > .05$).

En el estudio de Sousa y Mendes (2015) con el propósito de comparar los efectos de dos programas de entrenamiento (entrenamiento de fuerza y entrenamiento multicomponente) a corto plazo sobre prevención de adultas mayores institucionalizadas, se asignaron al azar a 32 adultas mayores institucionalizadas con una edad de 72.9 (DE = ± 6,6 años) a un grupo de entrenamiento de resistencia (*n* = 12), un grupo entrenamiento multicomponente (*n* = 10) o un grupo control (*n* = 10). Se utilizaron las pruebas de Timed Up & Go (TUG) y Functional Reach (FR). En los resultados obtenidos no hubo diferencias entre el programa de fuerza y el multicomponente. La prueba de ANOVA identificó un efecto significativo de tiempo en ambos grupos de entrenamiento en TUG ($p = .01$) y FR ($p <.01$). Se observaron diferencias significativas entre el pre- y post-test en el desempeño del TUG ($p < .01$) y FR ($p < .01$) para ambos grupos de entrenamiento.

Tarazona-Santabalbina et al. (2016) realizaron un estudio en España de diseño controlado, aleatorizado, cuyo objetivo fue determinar si un programa multicomponente con supervisión para adultas mayores frágiles puede revertir la fragilidad y mejorar la funcionalidad, estado cognitivo y emocional, así como biomarcadores biológicos de la fragilidad, en comparación con un grupo control que no recibió entrenamiento, realizado entre el mes de diciembre de 2013 y septiembre de 2014, los participantes fueron de dos centros de atención primaria (Sollana y Carcaixent) del mismo departamento de salud en España. La muestra fue de 100

adultos mayores sedentarios, con una velocidad de marcha inferior a 0.8 metros por segundo y con presencia de fragilidad. La evaluación funcional se midió con la escala de Lawton y Brody, la prueba de Tinetti, prueba de caminar de 6 minutos de duración, SPPB, Prueba de rendimiento físico (PPT), Categorías de Ambulaciones Funcionales (FAC), Crichton, y la fuerza de agarre. Para el estado emocional se utilizó la escala de depresión geriátrica de Yesavage.

Los resultados que se obtuvieron fueron que el programa multicomponente fue muy eficaz en la mejora de la PPT (p <.01), SPPB (p < .007), y en la disminución de la puntuación de la fragilidad evaluada por los criterios de Linda Fried (p <.01) y Edmonton (p <.01). En cuanto al estado de depresión en la comparación de ambos grupos en el pretest, indica que no hubo diferencia significativa (p = .389), concluida la aplicación del programa en el pretest de ambos grupos arrojaron como resultados 2.3 (DE = 2.2) para el grupo de intervención y 3.2 (DE = 2.5) para el grupo de control (p = .043).

Estudios como el de Bouaziz et al. (2016) el cual trató de una revisión sistemática cuyo objetivo fue evaluar lo que se ha encontrado sobre los beneficios que tiene para la salud los programas multicomponentes en adultos mayores de 65 años, realizaron búsquedas en las bases datos de CINAHL Plus, Embase, Medline, PubMed Central, ScienceDirect, Scopus, Sport Discus y Web of Science, considerando estudios de intervención publicados en inglés desde el 1 de enero de 2000 hasta el 30 de abril de 2015. Fueron 2,525 artículos seleccionados, de ellos 27 estudios fueron incluidos en la revisión sistemática los cuales cumplieron con los requisitos de inclusión. Se dividieron en cinco categorías según sus principales medidas de resultado (resistencia cardiorrespiratoria, resultados metabólicos, funciones funcionales y cognitivas y calidad de vida). Los estudios informaron que el entrenamiento multicomponente tiene un efecto beneficioso y significativo sobre la capacidad cardiorrespiratoria, una mejoría en el rendimiento funcional y cognitivo y un efecto más leve pero positivo en la calidad de vida en adultos mayores.

Como parte de los estudios más recientes, hasta la fecha encontrados está el realizado por Cho, Mohamed, White, Singh-Carlson y Krishnan (2018), que, en similitud a los anteriores, hace énfasis en el objetivo de la atención a la población de

la tercera edad con riego a caídas (frágil), implementando un programa con duración de ocho semanas, con una periodicidad de dos veces a la semana una hora total de actividad física por cada sesión y la implementación de una sesión de educación ante la prevención de caídas; cabe mencionar que este estudio hace innovación en que un programa multicomponente está conformado no solo por el desarrollo de las capacidades físicas del individuo, si no también, a la integración de sesiones educativas que complementan y enriquecen la actividad física. La intervención mejoró el equilibrio y la fuerza muscular en todos los participantes. Las personas que se clasificaron con altos riesgos de caída según los puntajes de la Escala de balance avanzado de Fullerton (FAB) mostraron una mejoría mayor en el equilibrio en comparación con aquellos que se clasificaron como bajo riesgo de caída ($p < .01$), demostrando así la efectividad de una intervención dirigida a adultos mayores que aunque aún conservan cierto nivel de independencia, ya hay presencia de riesgo de caída, siendo estos un grupo que a menudo no es un objetivo principal de los esfuerzos de atención por parte del sector salud.

Finalmente, se puede sintetizar que el fenómeno del estudio aquí mencionado ha sido investigado en distintos contextos y con variadas metodologías, en su mayoría demostrando que los beneficios que obtiene el adulto mayor habitualmente son con la prescripción de entrenamientos más específicamente en fuerza muscular y resistencia cardiorrespiratoria, puesto que produce mejorías y adaptaciones a nivel fisiológico. Los beneficios que puede tener un programa multicomponente en distintas esferas de la salud (física y psicológica) aún son poco reconocidos puesto que siguen siendo una cantidad minoritaria los que aportan información relevante. Siendo así que los resultados obtenidos por el presente estudio pueden ser útiles para conocer la utilidad que puede aportar la implementación de los programas multicomponentes sobre la condición física en la población adulta mayor.

1.15 Conceptualizaciones y clasificaciones en torno a las variables

Actividad física: Movimiento del cuerpo que es ejecutado como resultado de contracciones musculares dinámicas y estáticas, produciendo un gasto energético que conduce a un mayor consumo de energía (Brandes, 2012), y que le permiten al AM

realizar sus actividades de la vida diaria favoreciendo la reducción de la pérdida de autonomía funcional, evaluada con el cuestionario Internacional de Actividad Física ([IPAQ, por sus siglas en inglés] Vaca et al., 2017).

Condición física: capacidad del AM para realizar AF con una cierta intensidad y en cierta medida, influenciada por los componentes fisiológicos (morfológico, motor, cardiorrespiratorio, metabólico y muscular) y que le permite mantener la autonomía funcional y prevenir la aparición y desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas (Brandes, 2012), será evaluada a través de la batería del SFT (Rikli y Jones, 2013).

Carga interna: Respuesta de la carga externa del entrenamiento sobre factores como estrés fisiológico, biológico y psicológico relativo, medible a través de elementos fisiológicos como lo es la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (VFC [variación de la frecuencia de los latidos cardiacos durante un intervalo de tiempo]), a través de la cual se puede determinar el nivel de adaptación, recuperación y fatiga (carga interna) del adulto mayor a la actividad física y que permite adaptarse como un marcador para la estratificación del riesgo de consecuencias cardiovasculares debido a su relevancia clínica para la mortalidad (Huikuri y Stein, 2013; Jørgensen et al., 2016).

Adherencia: es la colaboración y participación proactiva y voluntaria del AM al programa de entrenamiento multicomponente con el fin de obtener una mejor condición física y salud psicológica (Varela, 2010), lo cual le permita crear un hábito hacia la práctica de la actividad física a través del cambio de conducta, tomando a consideración las etapas de cambio del Modelo Transteórico, medida con el Índice de Preparación de Cambio (Zamarripa, Ruiz-Juan y Ruiz-Risueño, 2019).

Efecto residual: surge cuando el sujeto que ha realizado actividad física prolongada repentinamente abandona esa actividad física regular que solía realizar (Pavlik et al., 1986), permitiendo a través de este determinar el tiempo donde aún se puede tener registro del efecto positivo del programa de actividad física para la tercera edad en los diferentes componentes fisiológicos y sociales.

Capítulo 2. Fundamentos Metodológicos

El capítulo de fundamentos metodológicos plantea el tipo de diseño que fue aplicado en el estudio, el universo y muestra, los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, las variables dependientes e independientes implicadas en el estudio. Se continua con la explicación pormenorizada del procedimiento y administración del tratamiento, la descripción de los instrumentos utilizados para cada una de las variables, los pasos a seguir para la recolección de datos, el protocolo de evaluación, los miramientos éticos para los sujetos de participación y el procedimiento para el análisis estadístico.

2.1 Variables del estudio

Como variable independiente está la intervención física del programa multicomponente y como variables dependientes los componentes de la condición física (morfológico, muscular, cardiorrespiratorio, metabólico y motor), la carga interna del entrenamiento y la adherencia a la actividad física.

Variable independiente:

- Programa multicomponente

Variables dependientes:

- Componentes de la condición física (Modelo de Toronto de Condición Física, Actividad Física y Salud).
    - *Componente morfológico*: Composición corporal, densidad mineral ósea y flexibilidad.
    - *Componente muscular*: Fuerza
    - *Componente cardiorrespiratorio*: Resistencia cardiorrespiratoria y presión arterial.
    - *Componente metabólico*: Tolerancia a la glucosa y metabolismo de grasas.
- Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca:
    - Adaptación: Actividad simpática y parasimpática del SNA.
- Adherencia a la actividad física.
    - *Etapas de cambio* (Modelo Transteórico).

2.2 Diseño del estudio

Se trata de un estudio cuantitativo de tipo cuasiexperimental, longitudinal, con alcance explicativo, que permite la búsqueda de conocimiento y la examinación de la causalidad del efecto del programa de entrenamiento multicomponente sobre ciertas variables físicas, fisiológicas y psicológicas en una situación en la que no es posible tener un control completo.

El estudio fue dividido en dos etapas, para la primera etapa se consideraron dos grupos, seleccionados de forma no aleatoria; un grupo experimental (GE) que estuvo recibiendo el tratamiento (programa de entrenamiento multicomponente) y un grupo control (GC) no equivalente, previamente establecido de acuerdo con sus actividades establecidas por la institución (manualidades, juegos de mesa, pláticas, entre otras) e cual no recibió tratamiento y continuó con sus actividades en la institución.

En ambos grupos se realizaron tres mediciones referentes a los componentes de la condición física, la carga interna del entrenamiento y adherencia a la actividad física: evaluación inicial a la semana 0 (mes 1), evaluación intermedia a los tres meses y una evaluación final a los seis meses (semana 26). Para la segunda etapa, el GE fue dividido en dos subgrupos seleccionando a los participantes de forma no aleatoria, dado a que se hizo la distribución de tal manera que quedaran ambos grupos compensados por su nivel de condición física.

En el GE_1 fue seleccionado para evaluar el efecto residual del entrenamiento a nivel fisiológico, por lo tanto, no continuaron con el entrenamiento del programa multicomponente y el GE_2 siguió con su participación en el entrenamiento multicomponente por un periodo de seis meses con la finalidad de evaluar la adherencia a la actividad física, en ambos grupos se realizó la evaluación a los siete, nueve y 12 meses (Burns y Grove, 2004; Tabla 10).

Tabla 10

Gráfico de protocolo general

Grupos	Mes 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
GE	O_1	X	X	O_2	X	X	O_3					
							GE_1 Efecto residual	O_4		O_5		O_6
							GE_2 Adherencia	O_4	X	O_5	X	O_6
GC	O_1			O_2			O_3					

Nota: O= Evaluaciones (O_1 = Evaluación inicial; O_2 = Evaluación intermedia; O_3 = Evaluación final; O_4 = 3era evaluación al mes 7; O_5 = 5ta evaluación al mes 9; O_6 = 6ta evaluación al mes 12); X= Administración del tratamiento; -- = Ausencia del tratamiento.

2.3 Universo y muestra

La población del estudio fue conformada por 283 adultos mayores de 60 años, de ambos géneros, con asistencia regular a la Institución de asistencia social Casa Club los Altos del municipio de Monterrey y 10,896 derechohabientes de la tercera edad asistentes a la Institución de Salud Pública Servicios Médicos de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Para estimar el tamaño de la muestra se consideró cumplir con las recomendaciones por Hernández et al. (2014) para muestras utilizadas con frecuencia en investigaciones cuasi - experimentales, de acuerdo con el análisis comparativo en diseños experimentales con hipótesis el cual indica que se tenga una participación de 21 a 30 sujetos por grupo. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia para la selección de las instituciones participantes de acuerdo con las facilidades que se tuvieron para el acceso a las mismas y para la selección de los grupos de participación. Posterior, para la etapa uno, al considerar el total de adultos mayores que atendieron a la invitación al estudio de ambas instituciones, se aplicó una selección aleatoria de los participantes, identificando a través del listado con números aleatorios a los participantes que serían asignados a cada grupo, quedando una muestra de 60 adultos mayores, divididos en GE n = 30 y GC n = 30. Para la etapa dos, se consideró al total de la muestra del GE de la etapa uno que finalizó su participación en el entrenamiento multicomponente (n = 22) y mediante un muestreo no aleatorio el grupo fue dividido en dos grupos con una muestra de n = 11 (GE1) y n = 11 (GE2).

2.4 Criterios de inclusión

1. Contar con la edad de 60 años o más.
2. Tener disponibilidad de tiempo y voluntad para asistir a un programa de entrenamiento para la realización de ejercicio físico.
3. Adulto mayor autónomo, es decir sano o con presencia de una o más enfermedades crónicas controladas sin presencia de complicaciones.

2.5 Criterios de exclusión

1. AM que no demuestre capacidad para entender y ejecutar las instrucciones.
2. AM que refiera tener contraindicaciones médicas como problemas en articulaciones, musculares o esqueléticas o cualquier otra condición que impida realizar ejercicio físico.
3. AM que utilice marcapasos o dispositivo cardiaco implantado.
4. AM que padezca actualmente complicaciones que limiten la mejora del nivel de condición física.

Los criterios de exclusión son comprobados con la ficha de datos generales (Anexo 2).

2.6 Criterios de eliminación

1. Presentar datos de enfermedad aguda como Hipertensión no controlada (>160/100 mmHg) de acuerdo con lo estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009, que incrementen el riesgo de participación en el estudio.
2. Informes de dolor en el pecho; mareos o incomodidad.
3. Contar con información incompleta del participante.
4. Tener menos del 80% de participación en la sesión.
5. Tener menos del 80% de asistencia del programa.

Los criterios de eliminación uno y dos son comprobados con la ficha de datos generales (Anexo 2) y los criterios cuatro y cinco con la lista de asistencia al programa.

2.7 Materiales y métodos

A continuación, se describen los instrumentos y métodos que se llevaron a cabo en el estudio: pruebas de papel y lápiz, evaluaciones físicas, antropométricas y de perfil lipídico y glucosa utilizadas previamente a la aplicación del programa multicomponente y posterior a la intervención. La recolección de los datos se llevó a cabo en tres áreas: Facultad de Organización Deportiva, Centro de Salud y Bienestar de la UANL y DIF Casa Club los Altos, dentro de esto lugares se consideró contar con aulas cerradas, en condiciones óptimas de limpieza, iluminación, equipadas con mesas y sillas y libres de ruidos que pudieran distraer la atención del AM e investigador. El orden de aplicación de los instrumentos se realizó de acuerdo con el número de participantes y el tiempo destinado para su aplicación.

2.7.1 Relación de métodos y/o técnicas con remisión a instrumentos y mediciones.

El procedimiento que a continuación se presenta, fue utilizado para la evaluación de la primera etapa (intervención del programa multicomponente). Posterior a la intervención, se prosiguió con la evaluación de la segunda etapa (efecto residual y adherencia a la actividad física), donde se llevó a cabo el mismo proceso.

Como primer paso, se dio inicio con la firma del consentimiento informado (Anexo 1), y el llenando de la ficha de datos generales (Anexo 2), donde se incluyeron datos personales como nombre, edad, género, fecha de nacimiento, dirección, teléfono, datos de patologías, de medicación, hábitos nocivos para la salud y datos personales músculo- esqueléticos.

2.7.1.2 Componentes de la condición física.

Para dar inicio con los componentes de la condición física, a continuación, se redacta las pruebas, el material y el método utilizado para la evaluación de cada uno de ellos y sus apartados.

2.7.1.2.1 Componente morfológico.

Se comenzó haciendo la solicitud del participante para asistir a la Facultad de Organización Deportiva el día asignado de cita. Las evaluaciones iniciaron con la medición del peso y talla del participante, basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2010, para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad.

El peso (Anexo 3) se determinó con la báscula mecánica de columna con tallímetro marca SECA modelo 220. Al participante se le retiró el calzado y ropa de exceso, se le indicó tomar una posición erecta, viendo hacia el frente con los miembros superiores a ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo, en bipedestación, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

La talla (Anexo 3) se determinó de igual manera con la báscula mecánica de columna con tallímetro marca SECA modelo 220, se solicitó al participante tomar una posición erecta (sin calzado), pies juntos, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies, se colocó la cabeza del sujeto en base al plano de Frankfort; es decir que desde el orificio del oído se pinta una línea horizontal imaginaría hacia la órbita del ojo, y se sostiene el mentón de la persona, los miembros superiores a ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo.

La evaluación del parámetro del índice de masa corporal (IMC) se determinó al hacer la división del peso del participante en kilos y multiplicarlo por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2), considerando lo indicado por la OMS (2014); puntajes <18.5 kg/m^2 es considerado bajo peso; de 18.5 a 24.9 kg/m^2 es normal, >25 y menor a 29.9 kg/m^2 es sobrepeso; >30 y menor a 39.9 kg/m^2 es obesidad y >40 kg/m^2 es considerado como obesidad mórbida (Anexo 3).

El siguiente paso consistió en medir la composición corporal y contenido mineral óseo (CMO), con el DEXA GE Healthcare Prodigy Advance. Se trata de una técnica indirecta de análisis de la composición corporal basada en la absorciometría por la cual se detecta la diferencia de atenuación que sufren los fotones emitidos, en relación con la composición y grosor del tejido que atraviesan y esto aporta datos referenciales de masa grasa, masa magra y densidad mineral ósea. El análisis de los datos se hace con el software GE enCORE versión 17 (GE HealthCare, Madison, WI).

Dicho proceso tiene una duración de 8 a 20 minutos por sujeto, según la cantidad de mediciones realizadas.

El procedimiento para la toma de la composición corporal y densidad mineral ósea (DMO) se llevó a cabo en horario matutino en base a las siguientes instrucciones: el participante debe llevar ropa deportiva, de preferencia de licra, no usar calzado, en el caso de las mujeres se les indica no llevar sostén y de llevarlo tiene que ser deportivo para evitar las varillas y broches metálicos, en general a hombre y mujeres se les solicita no llevar nada metálico (aretes, pulseras, cadenas, llaves, ganchos, etc.) y no tener en el momento necesidades fisiológicas (vejiga e intestinos vacíos). Paso seguido, para la primera evaluación de cuerpo completo, se colocó al participante sobre el soporte (camilla) del aparato en posición supino, a una distancia de 10 cm de la cabeza a la línea superior que delimita el espacio donde debe estar colocado el sujeto, con brazos a los costados y pies juntos, centrado, colocando en las piernas dos cintillas que se ajustan a la altura de tobillos y por debajo de las rodillas, esto para mantenerlas juntas y de ser necesario, otra a la altura de los brazos. Se le pidió al participante relajarse, cerrar los ojos, no hablar y no moverse durante el procedimiento.

La segunda medición para estimar la densidad mineral ósea (DMO) de la columna vertebral (L1-L4 vértebra lumbar), se le indicó al participante cruzar los brazos por encima de su pecho, realizando una medición de 5 cm por debajo de su ombligo para determinar la ruta de escaneo lineal, colocando en esa distancia el brazo. La tercera medición, para DMO de cadera (fémur), con la misma posición de brazos cruzados, se le colocó en miembros inferiores un soporte que le permitió rotar la articulación coxofemoral para colocar la posición correcta de la cadera, paso seguido se tomó como referencia la apófisis lateral de la cabeza del fémur, colocando el láser en la parte medial del muslo y moviendo 2 cm por debajo para realizar un barrido limpio del hueso.

Para las valoraciones de la DMO (g/cm^2) y el CMO (g), se evaluaron las regiones de la columna, cadera, brazos, piernas, tronco, costillas, cuerpo completo, columna lumbar (L1-L4) y la zona del femoral. En los brazos y piernas se midieron ambas extremidades del lado derecho e izquierda logrando el valor medio de ambas. La columna lumbar (L1-L4) se especificó el valor medio de las columnas L1, L2, L3 y L4

de la zona lumbar. En la zona del femoral (cuello, trocánter y triangulo de ward) se evaluó del lado derecho e izquierdo de las extremidades inferiores, donde se obtiene el valor medio de ambas.

Los criterios de clasificación de la DMO los arroja el software del equipo del DEXA, en donde la Organización Mundial de la Salud (OMS), proporciona rangos en la DMO de una puntuación T mayor o igual a -1 como calcificación adecuado, entre -1 y -2.5 como clasificación osteopenia baja y un menor o igual de -2.5 como clasificación osteoporosis.

La capacidad física de flexibilidad (Anexo 4) de los miembros inferiores fue evaluado mediante la prueba “Flexión de tronco en silla” del SFT (Rikli y Jones, 2013) en dos intentos, tomando como referencia el mejor resultado. El procedimiento que se siguió fue el siguiente: el participante sentado en el borde de una silla con la pierna de su elección extendida, brazos extendidos y manos en posición de flecha intenta tocar la punta del pie, el evaluador mide la distancia entre la punta de los dedos de la mano y la punta del pie (positiva si los dedos de la mano sobrepasan los dedos del pie o negativa si los dedos de las manos no alcanzan a tocar los dedos del pie).

La flexibilidad de los miembros superiores se evaluó mediante la prueba “Juntar las manos tras la espalda” del SFT (Rikli y Jones, 2013) la cual trata de que el participante coloque una mano por encima del mismo hombro y la otra por debajo y detrás a una altura media de la espalda, intentando juntar ambas manos. Se evalúa la distancia entre la punta de los dedos de cada mano (positiva si los dedos de la mano se superponen o negativa si no llegan a tocarse los dedos de la mano), prueba efectuada en dos intentos tomando como referencia el mejor resultado.

2.7.1.2.2 Componente muscular.

La capacidad física de fuerza (Anexo 4) de los miembros inferiores se evaluó con el SFT (Rikli y Jones, 2013), con la prueba “Sentarse y levantarse de una silla”. Para la prueba se le indica al participante tomar la posición de inicio, que consiste en estar con los brazos cruzados sobre su pecho, a mitad de la silla, espalda recta con piernas separadas a lo ancho de los hombros, y con un solo intento, levantarse de la

silla y volverse a sentar de la silla en un tiempo de 30 segundos, con el objetivo de contabilizar el total de número de veces que el participante es capaz de realizarla.

La fuerza en los miembros superiores fue medida de igual manera con el SFT (Rikli y Jones, 2013), con la prueba “Flexiones de brazo”. Las indicaciones mencionan que el participante inicie sentado, con la espalda recta, tomando con el brazo dominante una mancuerna, 3 libras (2.27 kg) para mujeres y 8 libras (3.62 kg) para hombres, y el otro brazo colocado encima de la pierna, en un solo intento, realizando durante 30 segundos flexiones de brazo completas, contabilizando la cantidad que realiza en el tiempo determinado.

2.7.1.2.3 Componente cardiorrespiratorio.

Presión arterial y resistencia cardiorrespiratoria: para la toma de la presión arterial (Anexo 3) se aplicó el procedimiento basado en la Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009, para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. El procedimiento trata de llevar a cabo la medición después de cinco minutos en reposo y no debe tener la necesidad de ir al baño. En una posición cómoda, sentado y apoyando en un asiento con un respaldo apto para la columna, se descubre el brazo izquierdo, en posición relajado a la altura del corazón se coloca el brazalete y el diafragma del estetoscopio sobre la arteria braquial, se asegura que el menisco coincida con el cero de la escala. Antes de empezar a inflar, se sitúa el manguito sobre la arteria humeral y se coloca el borde inferior del mismo 2 cm por encima del pliegue del codo. Mientras se palpa la arteria humeral, se infla rápidamente el manguito hasta que el pulso desaparezca, a fin de determinar por palpación el nivel de la presión sistólica. Después se desinfla nuevamente el manguito y se coloca la cápsula del estetoscopio sobre la arteria humeral, se infla rápidamente el manguito hasta 30 o 40 mm de Hg por arriba del nivel palpatorio de la presión sistólica y se desinfla a una velocidad de aproximadamente 2 mm de Hg/seg. La aparición del primer ruido de Korotkoff marca el nivel de la presión sistólica y el quinto la presión diastólica donde los valores se expresan en números pares.

La resistencia aeróbica (Anexo 4) se evaluó mediante la prueba “Dos minutos de marcha” del SFT (Rikli y Jones, 2013). Las instrucciones para la prueba indican que

el participante debe colocarse de pie, con espalda recta y brazos cruzados en el pecho para determinar la medida de punto medio entre la rodilla y la cresta iliaca, la cual indica la altura a la que debe elevar la rodilla, una vez marcada la altura sobre la pared, se le indica al participante colocarse frente a la pared y sin apoyarse, hacer un ejemplo del movimiento para ver la correcta ejecución, paso seguido, por dos minutos se realiza la marcha contabilizando el número total de repeticiones que el sujeto levantaba la rodilla derecha durante el tiempo estipulado, si el participante no alcanza la medida o sobrepasaba, no se cuenta el ciclo.

2.7.1.2.4 Componente Metabólico.

Tolerancia a la glucosa y metabolismo de grasas (Anexo 3): para la medición cuantitativa de los triglicéridos, colesterol y glucosa, se realizó una medición fotométrica de la reflectancia utilizando tiras reactivas específicas para cada uno de estos parámetros sanguíneos. Los elementos necesarios para la medición son el Accutrend Plus monitor sanguíneo (Roche Diagnostics, Rotkreuz, Suiza) y las tirillas Accutrend Prueba de Glucosa ACC-GLU, Accutrend Prueba de Colesterol ACC-COL y Accutrend Prueba de Triglicéridos ACC-TRI, dispositivo de punción lanceta retráctil accu-chek safe-t, alcohol y guantes. La temperatura adecuada para la toma es entre los 18– 30 °C como máximo.

Como primer paso, se procedió a codificar el aparato (una vez por cada código nuevo de tiras reactivas), formato de hora, fecha y códigos de las tirillas. Para dar paso al procedimiento de toma de muestra se consideró el protocolo del CLSI 2017 para la toma de muestra capilar. Las indicaciones para llevar a cabo el procedimiento son las siguientes: se solicita al participante tener un ayuno de 12 horas aproximadamente para el día de la toma, con el aparato ya programado, el protocolo de medición inicia con las medidas de seguridad e higiene para el evaluador, con el lavado de manos y uso de guantes de látex. Al participante se le sitúa en un silla en posición cómoda, como siguiente paso se coloca la tira reactiva en la guía de tiras reactivas hasta el tope, cuando la tira reactiva alcanza la posición correcta, se escuchan dos alarmas auditivas, enseguida se realiza la asepsia de zona del dedo de la mano no dominante con alcohol, la punción se realiza en la parte lateral externa del dedo obteniendo una

gota de sangre lo suficientemente grande que cuelgue libremente sin ejercer una presión o compresión excesiva, se hace limpieza de la primera gota y la segunda es para efectuar la medida, al tratarse de varias mediciones, por recomendación del uso del aparato, se retira la tirilla del aparato y se le coloca la gota de sangre, evitando el contacto del dedo con la tirilla, enseguida se vuelve a colocar la tirilla en el lector para la medición (los últimos cuatro segundos del tiempo de medición se acompañan cada uno de un pitido corto, un pitido más largo indica la conclusión de la medición y la subsiguiente presentación de los resultados en pantalla).

El tiempo de espera para cada medida es el siguiente: para glucosa de 12 segundos, colesterol de 180 segundos y triglicérido de aproximadamente 174 segundos (tres pitidos cortos indican un posible tiempo de medición menor).

Después, se extrae otra gota para la siguiente toma y así hasta concluir las tres mediciones, en ocasiones es necesario dar más de tres punciones. Finalmente se limpia el dedo solicitando al sujeto sostener con presión en el área de punción un algodón por unos segundos para esperar la cicatrización y se retira la tirilla del analizador.

2.7.1.3 Variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Para la toma de la VFC se usó el equipo Polar Team2 (Polar Team2, Polar Electro OY, Kempele, Finland). Las evaluaciones fueron por la mañana, previamente al inicio de la medición fue necesario dar a los AM un tiempo de 10- 12 minutos de reposo a su llegada. El monitoreo de la VFC se llevó a cabo en un ambiente aislado, tranquilo, climatizado a temperatura ambiente (22°- 24°C), sin ruido e iluminado. Se consideró la posición de sentado, con la finalidad de evitar dificultades con los participantes que presentaron problemas de postura y sensación de vértigo al adoptar posición supina, dado a que esto que puede resultar ser un factor estresante.

Paso seguido se procedió a colocar las bandas elásticas con electrodos WearLinkwind Polar junto con el transmisor Polar Team2 Bluetooh, a la altura de la apófisis xifoides del esternón, permaneciendo en silencio y con los ojos cerrados se realizó el monitoreo por un tiempo de 10 minutos. La señal del transmisor es recabada

por la unidad central Polar Team2, que a su vez manda los datos al software informático Polar ProtrainerTM versión 1.4.5 en su opción latido a latido (R-R).

Al contar con los registros de cada uno de los participantes, para el análisis de estos datos, se exportan al software informático Kubios versión 2.2 (Kubios HRV Analysis Software, The MathWorks Inc, University of Eastern Finland), para obtener los índices de rMSSD, SDNN, pNN50 del dominio de tiempo, así como SD1 y SD2 del diagrama de Poincaré.

2.7.1.4 Adherencia a la actividad física.

Para medir la adherencia a la actividad física se consideró el cuestionario corto de etapas de cambio para el ejercicio (CEC-E) por Zamarripa, Ruiz-Juan y Ruiz-Risueño, (2019), adaptado a la tercera edad, basado en dos preguntas requiriendo la respuesta SI/NO (Anexo 6). De este modo, se puede identificar en qué etapa se encuentra el adulto antes y posterior a una intervención física.

Para que el AM comprendiera la idea en la que se plantea el concepto de realización de actividad física en la encuesta, se explicó que “La actividad física o ejercicio incluye actividades tales como caminar rápidamente, trotar suave, nadar o cualquier otra actividad en la que el ejercicio es al menos tan intenso como estas actividades”, así, partiendo de este criterio respondieron las preguntas.

Dicho cuestionario, fue aplicado en la segunda etapa, contando con las tres evaluaciones al mes siete, nueve y 12, para cumplir con el periodo de un año. En esta etapa a los adultos mayores asignados al grupo (GE_2) se les dio la libre elección de seguir o no con la actividad física, con el fin de poder evaluar la adherencia.

2.7.1.5 Fiabilidad y validez de los instrumentos.

SFT: hasta el momento en base a la búsqueda de información referente a la fiabilidad y validez de la batería, no se ha encontrado en población mexicana, sin embargo, a nivel Latinoamérica, un estudio realizado en Tunja, Colombia, con el objetivo de determinar la confiabilidad de la versión en español del SFT a partir de la consistencia interna y la reproducibilidad de los test de la batería, indica que el SFT presenta una alta confiabilidad inter evaluador (mayor a 0.7) en promedio de 0.91, el

Alfa de Cronbach global fue de 0.70 para las 6 dimensiones, para la prueba de 2 minutos de marcaron se encontró un el Alfa de Cronbach de 0.70, el promedio para las siete dimensiones del coeficiente de correlación intraclase (CCI) es de 0.91, mostrando así una correlación significativa y reproducibilidad de las pruebas (Ramada-Rodilla, Serra y Delclós, 2013).

Adherencia: el cuestionario de etapas de cambio para el ejercicio (CEC-E) adaptado por Zamarripa, Ruiz-Juan y Ruiz-Risueño, (2019), el criterio de validez de la medida fue respaldado a través de su relación con la actividad física auto informada en una muestra mexicana (p <.01).

2.8 Explicación pormenorizada de recolección de datos

A continuación, se describen el procedimiento que se llevó a cabo para la recolección de los datos.

1. Autorización: como primer paso se remitieron cartas de solicitud para la aplicación del programa multicomponente para la tercera edad en el Centro de Salud y Bienestar de Servicios Médicos de la UANL y en el Casa Club DIF los Altos.

2. Reunión con autoridades: Una vez que se tuvieron los permisos, se programaron reuniones con los dos centros para donde se dio una explicación detallada del tipo de participación, proceso de evaluaciones y protocolo de aplicación de la actividad física para los adultos y duración del programa.

3. Promoción del programa: Se realizó la difusión del programa en las dos poblaciones seleccionadas, la promoción en Servicios Médicos de la UANL tuvo duración de 1 mes (junio- julio), donde a través de trípticos, folletos y platicas en las salas de espera, se dio a conocer toda la información necesaria para la participación en el programa del GE. En el Casa Club DIF los Altos, la promoción fue de dos semanas para juntar la población del GC, resaltando que la participación solo fue para las evaluaciones correspondientes en un tiempo determinado.

4. Selección de participantes: concluido el tiempo de promoción, se seleccionó la muestra aleatoria de 30 participantes por cada grupo de acuerdo con los criterios de selección. Quienes no cumplieron con dichos criterios, se les explicó los motivos por

los cuales no podían participar por lo que se recurría a la opción de seleccionar otro participante de forma aleatoria hasta completar la muestra.

5. Programación y aplicación de evaluaciones: una vez que ya se contó con los dos grupos de participación, se establecieron las fechas para el inicio de evaluación en la Facultad de Organización Deportiva, UANL y en los dos centros seleccionados durante dos semanas. Las evaluaciones iniciaron con la primera semana para el GE y la segunda semana para el GC, se consideró el mismo protocolo para ambos grupos, tres días -lunes, martes y miércoles- para la firma del consentimiento informado, llenado de ficha de datos generales, medidas de condición física, pruebas metabólicas y VFC, los dos días restantes de la semana fueron para la medición de composición corporal y encuestas (figura 5) en la Facultad de Organización Deportiva, UANL.

Dicho proceso se llevó a cabo en las tres etapas de medición. Para medir el efecto residual, solo fue citado el GE para la medición de las variables anteriormente planteadas.

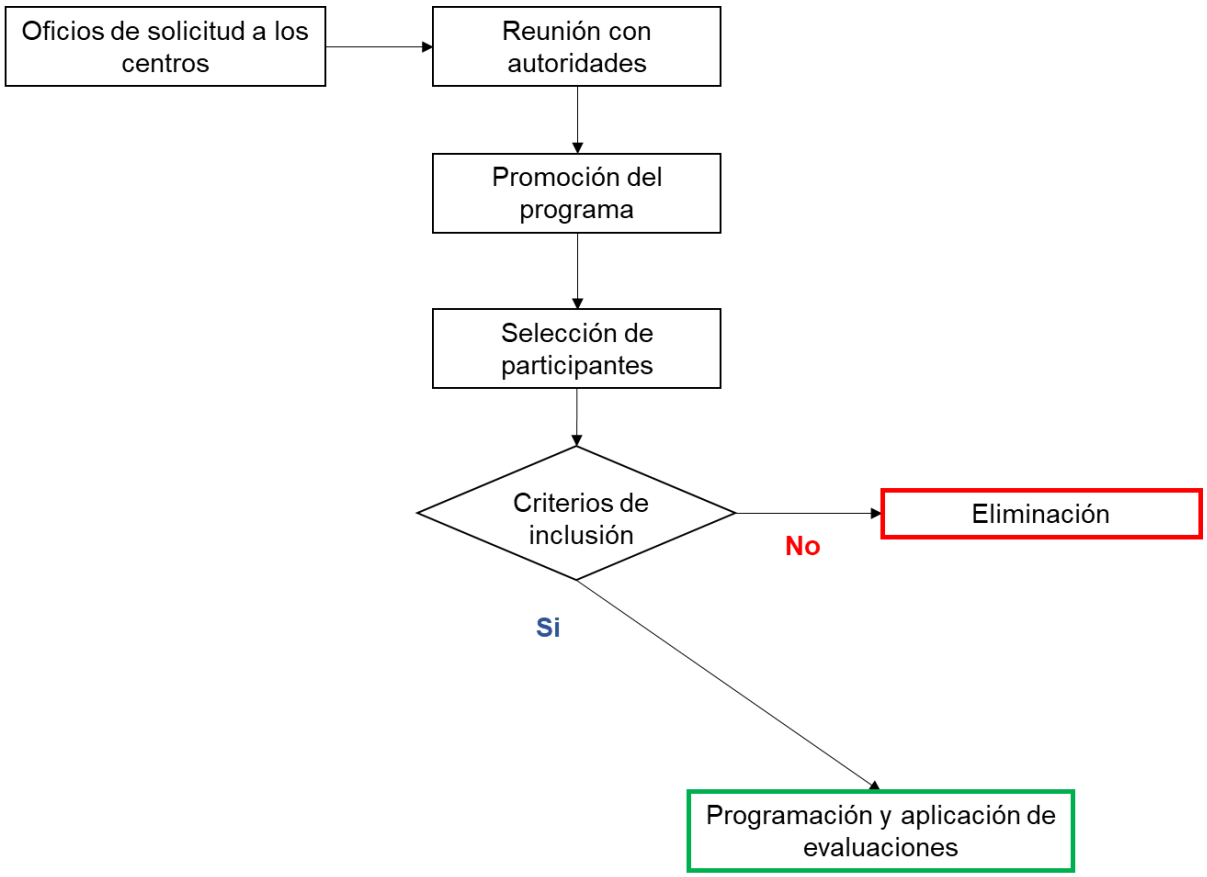

Figura 5. Flujograma de recolección de datos

2.8.1 Procedimiento de la aplicación del tratamiento.

El GE llevó a cabo sus sesiones de entrenamiento en el Centro de Salud y Bienestar, Servicios Médicos UANL, los lunes, miércoles y viernes de la semana en dos horarios matutinos, una hora por cada sesión.

La periodización del programa se diseñó tomando en cuenta lo establecido por Lanier (2005) en el libro metodología, planeación y control del entrenamiento deportivo, solo se consideró la etapa de periodo físico general, distribuido en capacidades físicas condicionales (fuerza, resistencia, flexibilidad) y coordinativas (equilibrio y coordinación) y se estableció en 24 microciclos en seis meses, con tres días de sesión a la semana de una hora.

Las 24 semanas se distribuyeron en 12 etapas, las dos iniciales diseñadas como adaptación y las restantes como progresión, dando inicio con una baja intensidad

para dar lugar a la adaptación y así dar seguimiento con una progresión en el nivel de dificultad, intensidad, volumen y densidad (Tabla 11).

Tabla 11

Ejemplo de distribución de semanas en etapas de entrenamiento

ETAPA				
Adaptación I 2 semanas	Adaptación II 2 semanas	Progresión I 2 semanas	Progresión II 2 semanas	Progresión III 2 semanas
Adaptación y Baja Intensidad			Progresión (Dificultad, Intensidad, Volumen, Densidad)	

Nota: diseñado por la autora del estudio.

Respetando la periodización planteada, en conjunto a esta se tomó en cuenta las consideraciones hechas por las organizaciones y comités profesionales para la prescripción de actividad física para el adulto mayor: American College of Sports Medicine (ACSM), American Heart Association (AHA), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institutes of Health (NIH), Canadian Society of Exercise Physiology (CSEP), British Geriatric Society (BGS) y World Health Organization (WHO), así como también en artículos basados en la dosificación e implementación de las distintas capacidades físicas aquí mencionadas (Abrahin et al., 2014; ACSM´s, 2018; Battaglia et al., 2014; Bellafiore, Paoli, Bianco y Palma, 2014; Duque et al., 2013; Kendall y Fairman, 2014; Venturelli, Lanza, Muti, y Schena, 2010; Zaleski, 2016).

La resistencia se entrenó tres veces por semana con una duración de 20 minutos en cada sesión, se consideró aplicar una intensidad moderada (escala 5-6) de acuerdo con la escala de Borg (1982) hasta vigorosa (escala 7-8) a medida que se daba la progresión del entrenamiento con actividades de baile (ACSM´s, 2018; Kendall y Fairman, 2014; Zaleski et al., 2016).

La capacidad de fuerza se entrenó dos veces por semana, 20 minutos por sesión, con un tiempo de reposo de 48 horas entre cada sesión de trabajo. Se involucraron los grupos musculares grandes (brazos, hombros, abdomen, piernas, pantorrillas) del tren superior e inferior con sus respectivas variaciones en intensidad, series, repeticiones y descanso conforme al avance. Se determinó el nivel de estas con prueba submáxima de 1RM de esfuerzo al realizar 8 repeticiones. Posterior se

consideró una repetición con un peso mayor cada 2 minutos hasta que el adulto no puede levantar el peso con la técnica adecuada (Marzolini, Thomas y Goodman, 2008).

El entrenamiento de la capacidad de flexibilidad se realizó dos veces por semana, con tu tiempo de 10 minutos en la sesión. La distribución de los ejercicios se diseñó en orden céfalo- caudal, es decir, cabeza, hombros, codos, muñecas, falanges, tronco, cadera, rodillas y tobillos, hechos con movimientos lentos y rítmicos, ejercicios de yoga y ejercicios de estiramiento, llevados a cabo en posición de pie y en suelo (ACSM´s, 2018; Kendall y Fairman, 2014; Zaleski et al., 2016).

El entrenamiento de equilibrio consistió en diferentes ejercicios, en equilibrio estático y dinámico. Se empezó de lo más básico hasta ir aumentando el nivel de dificultad en ejercicios, series y repeticiones. Todos los ejercicios fueron divididos en cinco actividades con una duración de dos minutos por cada uno, se utilizó material de apoyo como bastones, aros, pelotas y sillas como media de seguridad (ACSM´s, 2018; Duque et al., 2013; Zaleski et al., 2016).

En la Tabla 12, se muestra parte de la prescripción que se desarrolló para cada una de las capacidades y se da a conocer la intensidad, densidad, series y repeticiones tomando en consideración las prescripciones elaboradas por programas multicomponentes y guías de las distintas organizaciones y comités profesionales para la prescripción de actividad física para el adulto mayor (Abrahin et al., 2014; ACSM´s, 2018; Battaglia et al., 2014; Bellafiore, Paoli, Bianco y Palma, 2014; Duque et al., 2013; Kendall y Fairman, 2014; Venturelli, Lanza, Muti, y Schena, 2010; Zaleski et al., 2016).

Tabla 12

Prescripción de ejercicios por capacidad

Fuerza	Resistencia Aeróbica	Coordinación y Equilibrio	Flexibilidad Dinámica	Flexibilidad Estática
2días/ semana 20 min/día	3días/ semana 20 min/día	2días/ semana 10min/día	2días/ semana 10 min/día	3días/ semana 10 min/día
Intensidad moderada a intensa (60-80% de 1RM) (escala del 5-6 moderada) a intensa (escala de 7-8) 1 a 3 series, de 3 a 15 repeticiones	Intensidad moderada (escala del 5-6 moderada) a intensa (escala de 7-8)	1 serie 1 repetición por cada actividad	1 a 3 series 6 a 15 repeticiones	Mantener movimientos 10-30 segundos. Justo por debajo de la sensación de dolor
Descanso 48 horas (2 días entre sesión)	Descanso 120 seg (2min) entre sesión de baile	Descanso 30 segundos entre ejercicio		

Nota: diseñado por la autora del estudio.

La utilización de material fue variada y aplicada durante todas las sesiones de ejercicio para las distintas capacidades físicas (Anexo 7), un ejemplo de sesión de entrenamiento por día se muestra en el anexo 8, en él se muestra el contenido en fase de calentamiento, parte medular y un estiramiento. Cada uno de los ejercicios presenta las series y repeticiones a realizar, el descanso entre actividad, el material a utilizar, el tiempo total por cada fase y específicamente por cada ejercicio, así como también señala la fase de hidratación y la aplicación de la escala de Borg. En cada una de las sesiones se consideró usar música de acuerdo con el grupo generacional de los AM para fomentar la participación, la integración y mantener el interés durante las sesiones.

Para poder lograr con el objetivo de la adquisición a la adherencia, se tomó en cuenta los planteado en la síntesis de literatura por Lacy-Vawdon et. (2018), quienes

mencionan los factores del programa que facilitan la asistencia y el cumplimiento continuo de la AF en AM, incorporando hallazgos tanto cualitativos como cuantitativos para maximizar la síntesis del estado actual del conocimiento.

Por tal motivo, se tomó a consideración aspectos como el lugar, el ambiente, horario, material y la estructura del programa (intensidad, volumen, ejercicios, entre otros). El trato, disponibilidad y liderazgo, reconocimiento de habilidades y éxitos obtenidos durante el programa por parte de los entrenadores durante toda la sesión, se consideró necesario para fomentar el ánimo, motivación y la cohesión grupal.

2.9 Procesamiento de los datos

Para el análisis de los datos se consideró utilizar el paquete estadístico SPSS versión 25.0 Estadístico SPSS V.25 (IBM Corp., Armonk, NY), utilizando un nivel de significancia. Los datos de la variable categórica de las pruebas físicas del Senior Fitness Test se analizaron con el software Aptitud Mayor 2.0 (Rikli y Jones, 2013), el cual determinó el nivel de condición física (abajo del promedio, en promedio, por encima del promedio) por cada una de las capacidades físicas y que da como producto final reportes individuales.

La distribución de las variables se determinó mediante un análisis exploratorio con la prueba de bondad de Shapiro-Wilk.

Para el primer paso del análisis de los datos, se utilizó estadística de tipo descriptiva que fue útil para conocer las características de la muestra en base a las variables, a través de medidas de tendencia central y dispersión de datos (frecuencias porcentajes, media, moda y desviación estándar). También se aplicó estadística inferencial para conocer las diferencias entre medias, en este caso, la prueba *t* de Student para muestras independientes se empleó con el propósito:

1. Comparar las medias de los grupos.

La prueba de t de student para datos relacionados su usó para:

2. Conocer las diferencias de medias con el antes y después de la aplicación del programa multicomponente en cada uno de los grupos.

Se tomó en consideración un nivel de significancia de $p < .05$ y $p < .01$ donde la hipótesis nula se rechaza en favor de la hipótesis alternativa. En el caso de las variables que no contaban con una distribución normal se utilizó la estadística no paramétrica de U de Mann Whitney para muestras independientes y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras dependientes.

2.10 Consideraciones éticas

En base al reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud, sobre los aspectos éticos de la investigación en seres humanos (Secretaria de Salubridad y Asistencia, 1987) la presente investigación tomó en cuenta:

El consentimiento informado con firma y aceptación por cada uno de los participantes a la investigación según lo estipulado en el artículo 14, apartado V, VI, VII y VIII.

Esta investigación es clasificada dentro de la categoría de riesgo mínimo, ya que se realizaron evaluaciones de diagnósticos rutinarios: toma de peso y talla, IMC y presión arterial, y se realizó ejercicio moderado en voluntarios sanos (Artículo 17, Fracción II).

Según como lo estipulan los artículos 18, 20 y 21, fracción I, II, III, IV y VII, a los adultos mayores se les dio a conocer el proyecto a participar (objetivos y procedimientos de evaluación), se les mencionó los posibles riesgos a presentar como resultado de la intervención física, el derecho a dejar su participación en el proyecto si así lo decidieran y finalmente la garantía y seguridad de resguardar de manera confidencial el uso de la información proporcionada.

El estudio también se sustenta en lo dispuesto por el Ministerio de Salud de la Resolución No. 008430 (1993), que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, el cual se desarrolla conforme a lo que se establece en los artículos 5 y 8, prevaleciendo el criterio de respeto a la dignidad y protección de los derechos y bienestar de los participantes, protegiendo la privacidad e identificándolos solo cuando los resultados lo requieran y ellos lo autoricen.

Además, la asesora y co-asesora del estudio cuentan con la certificación y créditos de Protecting Human Research Participants (PHRP) del Virginia CommonWealth University (VCUHealth, 2018). La certificación capacita a las personas involucradas en estudios de investigación con sujetos humanos para establecer procedimientos o políticas en estudios de investigación, incluidas en el desarrollo histórico de las protecciones de sujetos, los problemas éticos asociados con la investigación y la información normativa y de orientación actual en la protección de Investigación en Seres Humanos.

Finalmente, el proyecto fue aprobado por el comité institucional de ética del Instituto Tecnológico de Sonora con el Dictamen No. 64.

Capítulo 3. Resultados

En el actual capítulo se dan a conocer los resultados que se obtuvieron en la primera y segunda etapa de la investigación. La primera parte hace referencia a la fase de intervención física durante un periodo de seis meses, donde se contó con la participación de un grupo control (ausencia de tratamiento) y un experimental (aplicación de tratamiento). La segunda fase corresponde a la etapa de medición de efecto residual y adherencia, donde el grupo experimental se subdividió en dos grupos, uno con la finalidad de medir el efecto fisiológico que tiene el receso de la actividad física en un determinado tiempo y un segundo para ver el cambio de etapa en la adherencia a la actividad física, es decir, el cambio de hábito hacia una conducta saludable.

El análisis estadístico de los resultados se presenta de acuerdo con el objetivo general y los objetivos específicos. Primero, se inicia con la descripción del proceso de selección de los participantes, seguido, de las características sociodemográficas, clínicas y físicas y, por último, los resultados inferenciales de los componentes de la condición física, la carga interna y la adherencia, por grupo de participación.

3.1 Proceso de selección de la muestra

En la Figura 6 se plasma la explicación detalla del proceso de selección y participación de los adultos. Se muestra la cantidad de los posibles candidatos, los motivos de exclusión y el número final de muestra de las dos etapas.

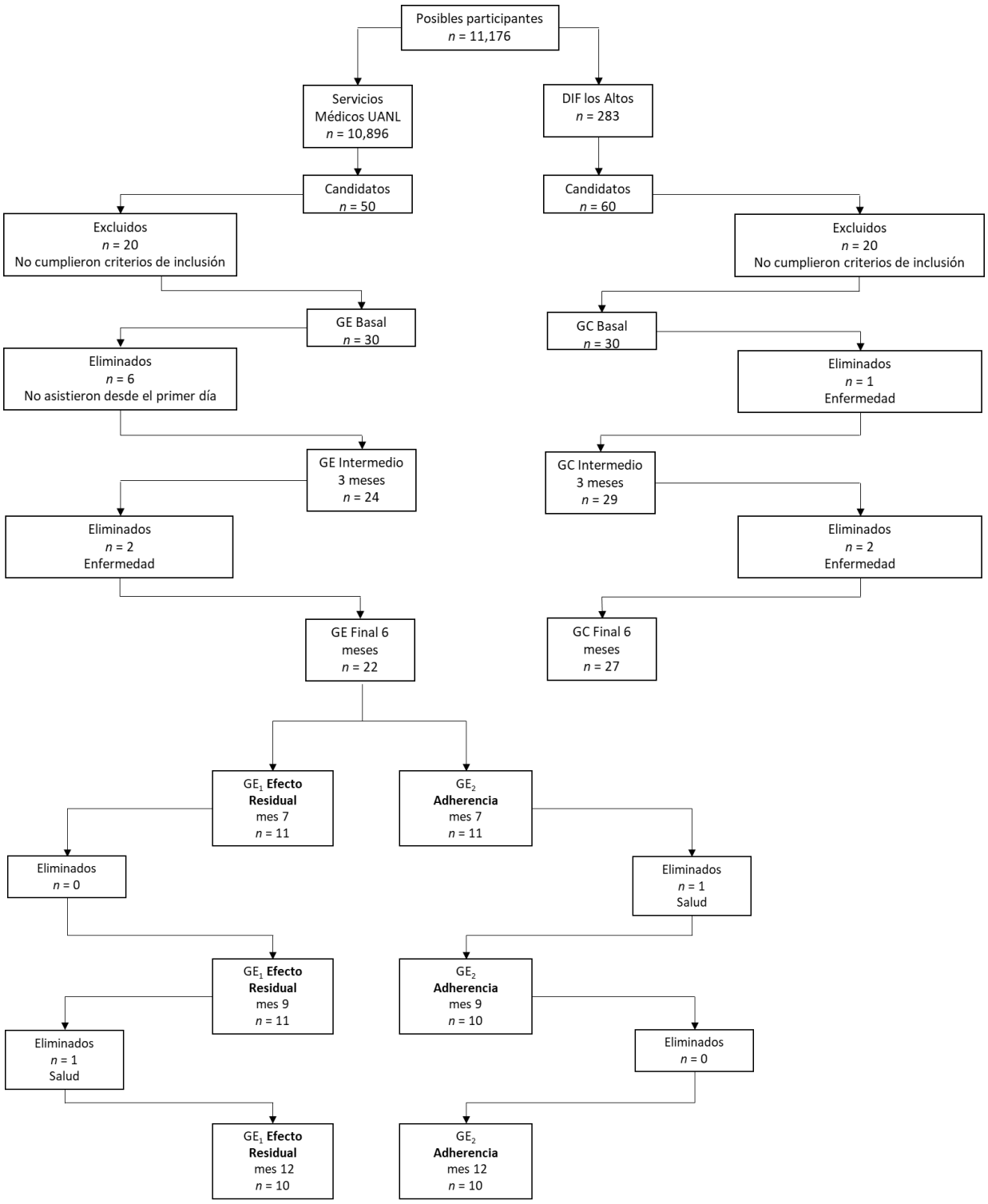

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de participación.

3.2 Características sociodemográficas y clínicas de los participantes

A continuación, se muestran los resultados del objetivo específico número uno: *Describir las características sociodemográficas y clínicas de los adultos mayores y por grupo de participación*, se presentan a continuación los resultados obtenidos de la ficha de datos generales que hacen referencia a la información personal, del entorno social y clínica del participante. Para este primer apartado, se utilizó un análisis descriptivo a través de medidas de tendencia central con frecuencias y porcentajes.

3.2.1 Características sociodemográficas.

La muestra final analizada fue de 49 adultos mayores, al dividirla por grupo de participación el GE se conformó por 22 sujetos con una edad promedio de 68.36 años (± 11.97), de este grupo el 81% (*f* = 18) se conformó por mujeres y el 18% (*f* = 4) por hombres. El GC fue integrado por 27 adultos mayores que promediaron una edad de 73.85 años (± 6.85), con una distribución muy similar que la del GC para el género; el 85% (*f* = 23) fueron mujeres y el 15% (*f* = 4) fueron hombres. En relación con el estado civil en el GE un 72.7% (*f* = 16) de AM se encuentran casados y un 59% (*f* = 13) vive con su pareja, sin embargo, en cuanto a la economía la mayoría refieren no depender económicamente de otra persona (*f* = 15; 68.2%), a este respecto los participantes mencionaron contar con apoyo de pensión y/o jubilación. En el GC el predominio de estado civil se centró en la viudez representado por el 55.6% (*f* = 15), por lo tanto, el 40.7% (*f* =11) vive solo, y el restante 59.3% (f = 16) se distribuyó en adultos mayores que viven con hijos, hermanos y pareja. Al igual que el GE, en cuanto a la economía la mayoría de los participantes (*f* = 15; 55.6%) refiere no dependencia económica, por contar con el apoyo de una pensión (Tabla 13).

Tabla 13

Características sociodemográficas de los participantes del GE y GC

Variable	Clasificación de la Variable	GE *n* = 22		GC *n* = 27	
		f	%	*f*	%
GÉNERO	Femenino	18	81.8	23	85.2
	Masculino	4	18.2	4	14.8
ESCOLARIDAD	N/A			2	7.4
	Primaria	23	85.2	13	48.1
	Secundaria	11	50.0	7	25.9
	Preparatoria	2	9.1	2	7.4
	Licenciatura	5	22.7	3	11.1
	Maestría	2	9.1		
ESTADO CIVIL	casado	16	72.7	7	25.9
	divorciado	1	4.5	1	3.7
	soltero	2	9.1	4	14.8
	viudo	3	13.6	15	55.6
VIVIENDA	solo	3	13.6	11	40.7
	pareja	13	59.1	7	25.9
	hijos	4	18.2	7	25.9
	hermanos	2	9.1	2	7.4
DEPENDENCIA ECONÓMICA	N/A	15	68.2	15	55.6
	Pareja	6	27.3	2	7.4
	Hijos	1	4.5	10	37

Nota: GE = Grupo experimental; GC= Grupo control; *n* = muestra GE; *n* = muestra GC; *f* = frecuencia; % = porcentaje

En relación con el grado de escolaridad (Figura 7) en el GE predominó el nivel de estudios de secundaria, mientras que en el GC fue el nivel educación primaria.

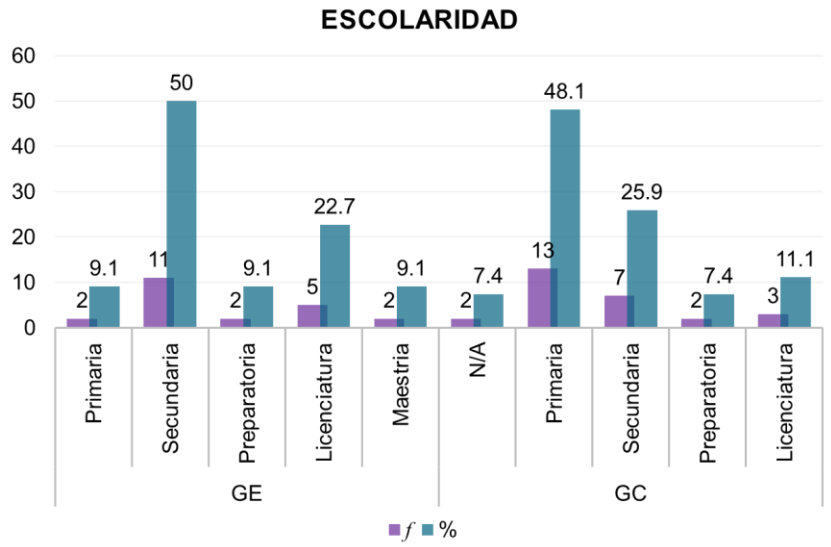

Figura 7. Nivel de escolaridad por grupo de participación. GE = Grupo experimental; GC = Grupo control.

3.2.2 Características clínicas.

Referente al estado de salud (Figura 8) destaca que, en el GE el 35% de los adultos mayores (*f* = 8) padece de presión arterial alta, seguido de enfermedades articulares, gastritis, diabetes, colesterol alto, entre otras.

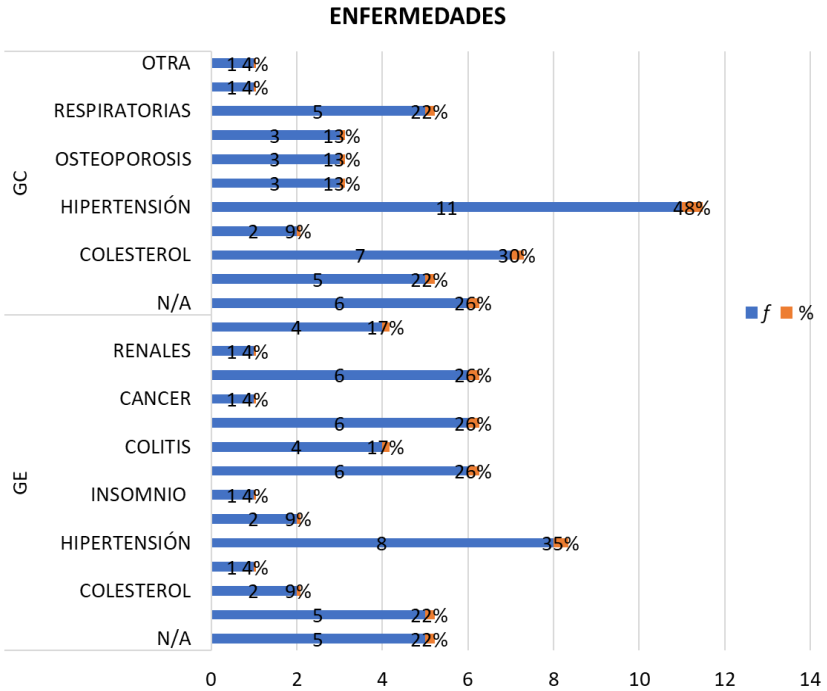

Figura 8. Principales patologías registradas por grupo de participación. GE = Grupo experimental; GC = Grupo control.

Al igual que en el GC con un mayor porcentaje (48%; *f* = 11) de participantes que reportaron problemas de presión arterial alta, siguiendo de colesterol alto, respiratorios y diabetes. Cabe mencionar que un 22% del GE y un 26% del GC comentó no padecer ninguna enfermedad.

En la Tabla 14 se muestran las características músculo esqueléticas de los participantes en cuanto a caídas, fracturas y dolor corporal, siendo este último el más relevante con un 50% (*f* = 11) de los participantes del GE y un 40% (*f* = 11) del GC.

Tabla 14

Características músculo esqueléticas de los participantes

Variable		GE *n = 22*		GC *n= 27*	
		f	%	*f*	%
Temor a caídas	SI	5	22.7	15	55.6
	NO	17	77.3	12	44.4
Caídas en el último año	SI	8	36.3	8	29.6
	NO	14	63.6	19	70.3
Fractura en los últimos 2 años	SI	2	9.1	2	7.4
	NO	20	90.9	25	92.5
Dolor corporal	SI	11	50.0	11	40.7
	NO	11	50.0	16	59.3
Zona de dolor corporal	N/A	11	50.0	16	59.3
	Brazo	3	13.6	3	11.1
	Rodilla	4	18.2	4	14.8

Nota: GE = Grupo experimental; GC = Grupo control; *f* = frecuencia; % = porcentaje.

Las principales zonas corporales afectadas por dolor son las rodillas (18.2% GE; 14.8% GC) y brazos (13.6% GE; 11.1% GC) para ambos grupos de participación.

3.3 Componentes de la condición física de los participantes

A continuación, se muestran los resultados del objetivo dos: *Evaluar la condición física a través del componente morfológico, muscular, cardiorrespiratorio, metabólico y motor, entre los adultos mayores y por grupo de participación antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente.*

3.3.1 Resultados del componente morfológico.

Los resultados que se obtuvieron de la toma basal (Tabla 15) de la talla, peso e IMC no mostró diferencias significativas entre los grupos de participación, confirmando una homogeneidad entre los sujetos del GE y GC al comienzo del estudio. Sin embargo, no hubo un cambio significativo en las posteriores evaluaciones.

Tabla 15

Análisis inferencial de la talla, peso e IMC entre grupos de participación

Toma	Variable	GE *n* = 20 (Media ± DE)	GC *n* = 25 (Media ± DE)	*p*
Basal	Talla (cm)	1.578 ± 0.090	1.540 ± 0.090	.952
	Peso (kg)	69.663 ± 12.521	67.860 ± 11.514	.890
	IMC (kg/m^2)	28.310 ± 4.347	28.886 ± 4.320	.891
Intermedia (3 meses)	Talla (cm)	1.578 ± 0.090	1.540 ± 0.090	.952
	Peso (kg)	67.352 ± 11.792	67.912 ± 11.045	.638
	IMC (kg/m^2)	27.061 ± 4.365	28.639 ± 4.273	.999
Final (6 meses)	Talla (cm)	1.569 ± 0.082	1.540 ± 0.090	.952
	Peso (kg)	68.078 ± 11.077	68.048 ± 11.863	.861
	IMC (kg/m^2)	28.921 ± 7.081	28.816 ± 4.578	.453

Nota: GE = Grupo experimental; GC= Grupo control;
*= $p < .05$; ** = $p < .01$

Las inferencias realizadas entre sujetos de cada grupo demostraron solamente cambio significativo ($p < .05$) para el GE, en las variables de peso (Figura 9) e IMC (Figura 10) entre la toma basal e intermedia (mes tres), sin embargo, para la talla pese a no presentar cambio significativo, en la gráfica (Figura 11) puede observarse la tendencia a disminución en ambos grupos a los seis meses de concluir el programa.

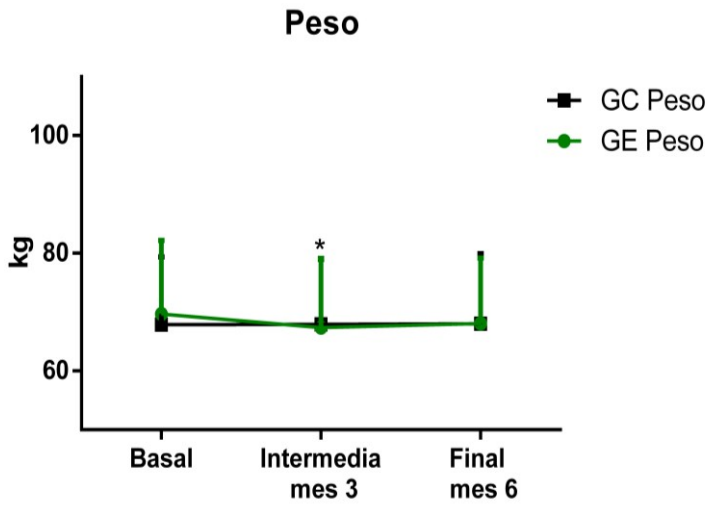

Figura 9. Comparación del peso (kg) intra- sujetos. GC = Grupo Control; GE = Grupo Experimental.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre la toma basal e intermedia en el GE).

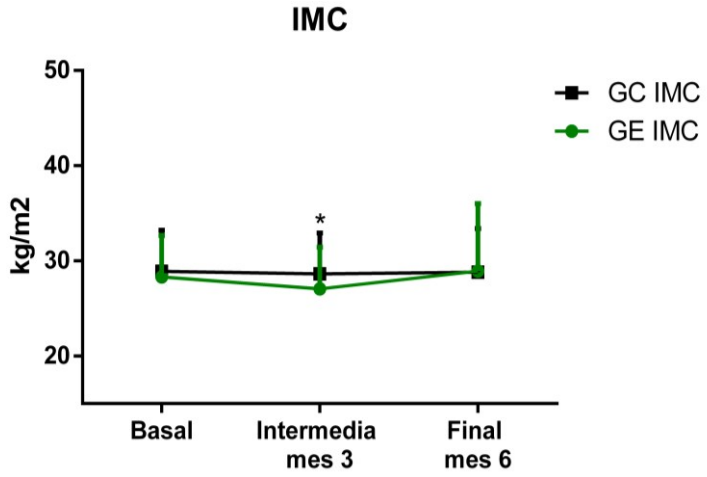

Figura 10. Comparación del IMC (kg/m^2) intra- sujetos. GC = Grupo Control; GE = Grupo Experimental.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre la toma basal e intermedia en el GE).

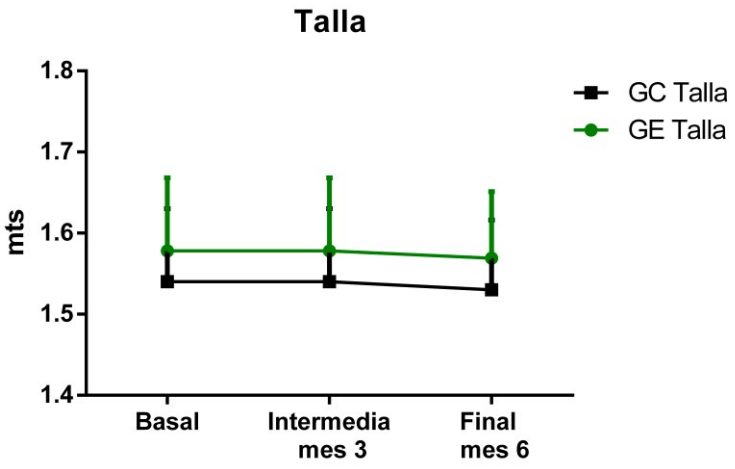

Figura 11. Comparación de la talla (mts) intra- sujetos. GC = Grupo Control; GE = Grupo Experimental.

Los resultados que se obtuvieron de acuerdo al análisis inferencial entre grupos sobre la composición corporal respecto a masa grasa (g), masa magra (g), composición mineral ósea (g), tejido adiposo visceral (masa g), densidad mineral ósea de columna (g/cm²), densidad mineral ósea de pelvis (g/cm²), densidad mineral ósea de cuerpo total (g/cm²), densidad mineral ósea de lumbar 1-4 (g/cm²) y densidad mineral ósea de media fémur (g/cm²), demostraron en la evaluación basal la homogeneidad entre grupos al no presentar diferencia significativa. Al igual que en las comparaciones realizadas entre la toma basal y la final (mes seis; Tabla 16).

Tabla 1

Análisis inferencial entre grupos de participación en las variables de composición corporal

Toma Basal	Variable	GE *n* = 20 (Media ± DE)	GC *n* = 25 (Media ± DE)	*p*	Toma Final (mes 6)	GE *n* = 20 (Media ± DE)	GC *n* = 25 (Media ± DE)	*p*
	MG_T (g)	29,007.05 ± 8,463.56	29,231.74 ± 7,862.94	.929		26,683.85 ± 9,552.13	28,330.42 ± 7,548.30	.526
	MM_T (g)	38,222.50 ± 8,792.21	36,718.00 ± 6,937.62	.658		36,887.00 ± 9,570.56	36,261.68 ± 6,914.38	.689
	CMO_T (g)	1,979.94 ± 485.96	1,881.00 ± 444.07	.570		1,956.50 ± 455.40	1,877.50 ± 447.80	.472
	TAV (masa g)	1,497.67 ± 637.82	1,284.13 ± 492.38	.233		1,317.80 ± 509.70	1,258.25 ± 468.78	.689
	DMO_C (g/cm²)	1.03 ± 0.18	0.994 ± 0.18	.426		1.014 ± 0.16	1.01 ± 0.19	.584
	DMO_P (g/cm²)	0.85 ± 0.15	0.843 ± 0.16	.658		0.832 ± 0.14	0.81 ± 0.15	.424
	DMO_T (g/cm²)	1.00 ± 0.15	0.989 ± 0.14	.687		1.011 ± 0.15	0.98 ± 0.14	.604
	DMO_L1-L4(g/cm²)	1.08 ± 0.18	1.051 ± 0.15	.551		1.086 ± 0.19	1.02 ± 0.15	.253
	DMO_F (g/cm²)	0.85 ± 0.13	0.860 ± 0.12	.950		0.875 ± 0.15	0.84 ± 0.12	.465

Nota: MG_T = Masa Grasa Total; MM_T = Masa Magra Total; CMO_T = Composición Mineral Ósea Total; TAV = Tejido Adiposo Visceral; DMO_C = Densidad Mineral Ósea Columna; DMO_P = Densidad Mineral Ósea Pelvis; DMO_T = Densidad Mineral Ósea Total; DMO_L1-L4 = Densidad Mineral Ósea lumbar 1- lumbar 4; DMO_F = Densidad Mineral Ósea Media Fémur.
* = $p < .05$; **= $p < .01$

En la Figura 12 se aprecian las tendencias en cambios para los parámetros de composición corporal que no manifestaron un cambio significativo en la comparación de grupos.

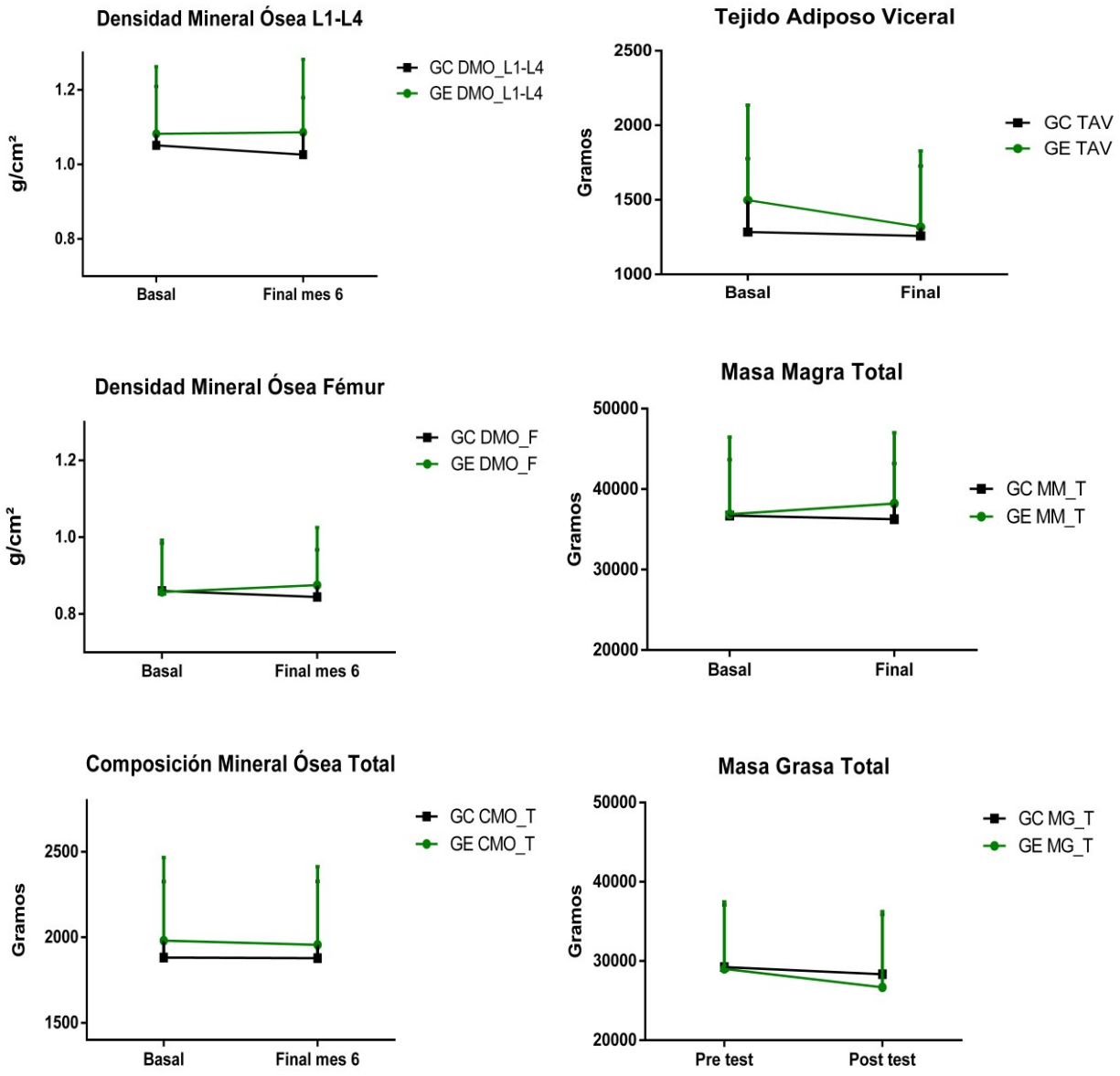

Figura 12. Comparación de los parámetros de composición corporal intra- sujetos. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; MG_T = Masa Grasa Total; MM_T = Masa Magra Total; CMO_T = Composición Mineral Ósea Total; TAV = Tejido Adiposo Visceral; DMO_T = Densidad Mineral Ósea Total; DMO_L1-L4 = Densidad Mineral Ósea lumbar 1- lumbar 4; DMO_F = Densidad Mineral Ósea Media Fémur.

En las comparaciones que se realizaron entre sujetos de cada grupo de participación, se puede observar (Figura 13) que, en el GE los participantes manifestaron un cambio significativo ($p < .05$) en el tejido adiposo visceral (kg) es decir, tuvieron una perdida durante el transcurso de seis meses de actividad física. Sin embargo, para el GC la significancia se manifestó en la pérdida de masa magra (kg). La masa grasa total de ambos grupos, no demostró tener un cambio significativo, sin embargo, se puede apreciar la tendencia a la baja en los sujetos del GE.

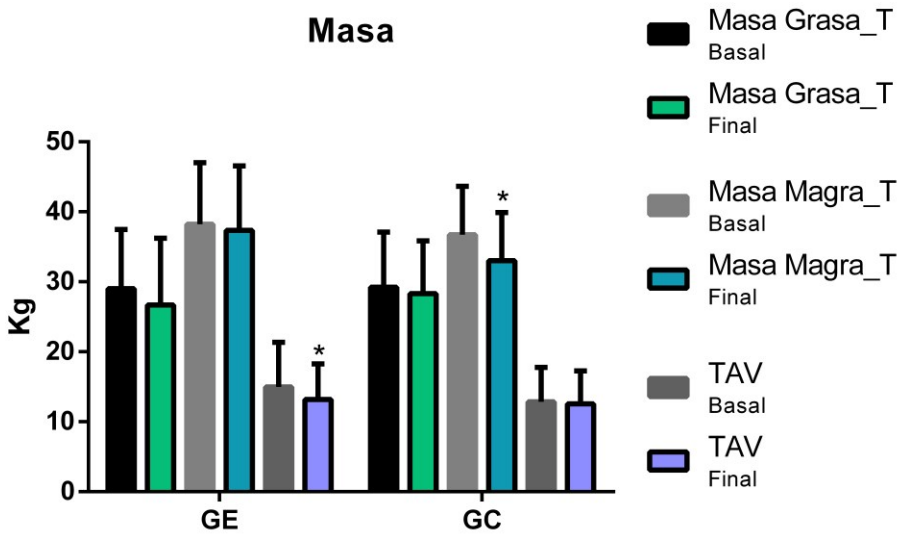

Figura 13. Comparación de la masa corporal entre sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; Masa Grasa_T =Masa Grasa Total; Masa Magra_T = Masa Magra Total; TAV = Tejido Adiposo Visceral.
* = $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del GE en TAV y del GC en Masa Grasa_T).

La capacidad física de flexibilidad de tren superior (Figura 14), propia del componente morfológico, presentó homogeneidad ($p > .05$) en los grupos para la toma basal. La comparación entre grupos mostró que en la toma intermedia (tres meses), el GE aumentó su rango de movilidad de tren superior (articulación glenohumeral), al tener una mejora significativa ($p < .01$) en comparación al GC. En la toma final, fue el GC quien manifiesta un cambio significativo ($p < .05$) en comparación al GE, al perder flexibilidad de los miembros superiores.

Las inferencias entre sujetos de cada grupo de participación mostraron como el GE presentó una mejora significativa ($p < .05$) al mejorar el rango de movilidad al comparar la toma final con basal. Por otro lado, el GC también presentó cambios significativos ($p < .05$) entre sus sujetos, en las comparaciones realizadas entre las tomas basal e intermedia y basal con final, se pudo observar cómo los participantes fueron perdiendo flexibilidad.

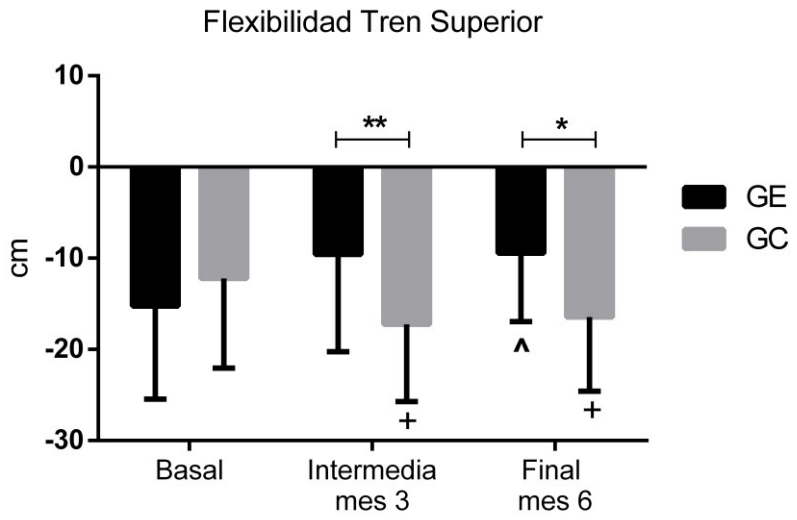

Figura 14. Comparación la capacidad de flexibilidad de tren superior entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
** = $p < .01$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma intermedia y final).
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma final).
^= $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del GE entre toma final y basal).
+ = $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del GC entre toma intermedia con basal y final con basal).

Las mediciones del tren inferior (articulación coxofemoral), mostraron la homogeneidad entre grupos ($p > .05$) en la toma basal. La mejora del rango de movilidad con un cambio significativo ($p < .01$) fue para el GE en toma intermedia y final, no así para el GC quien tuvo una leve tendencia a disminuir a partir del mes tres de inactividad física (Figura 15). Las diferencias entre sujetos de participación demostraron los cambios significativos para el GE ($p > .05$), al tener una mejora progresiva desde la toma intermedia.

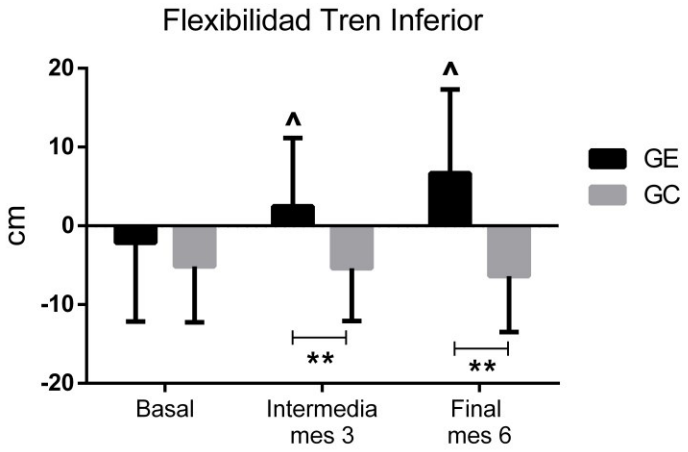

Figura 15. Comparación de la capacidad de flexibilidad de tren inferior entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
** = $p < .01$ (cambio significativo entre el GE y GC en las tomas intermedia y final).
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma intermedia con basal y la toma final con la basal e intermedia).

3.3.2 Resultados del componente muscular.

Respecto a la capacidad de fuerza de tren inferior (Figura 16), los resultados basales demostraron homogeneidad entre los grupos. En las comparaciones que se realizaron entre el GE y GC, fue en la toma intermedia y toma final donde se observó una diferencia significativa ($p < .01$) siendo el GE quien se vio beneficiando al presentar un aumento en la fuerza muscular.

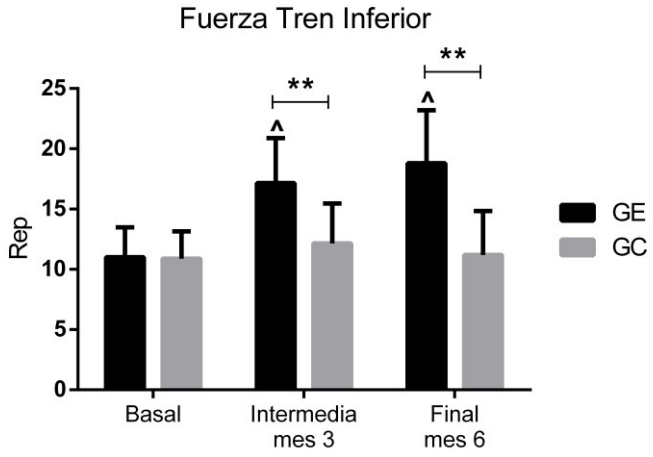

Figura 16. Comparación de la capacidad de fuerza de tren inferior entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; Rep = Repeticiones.
** = $p < .01$ (cambio significativo entre el GE y GC en las tomas intermedia y final).
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma intermedia con basal y la toma final con basal e intermedia).

Los resultados que se obtuvieron del tren superior (Figura 17), se asemejan a los obtenidos en el tren inferior. Fue el GE quien se vio beneficiando al presentar un aumento en la fuerza muscular significativo ($p < .01$) al ser comparado con el GC en las tomas intermedia y final. Así mismo, las comparaciones intra- sujetos, mostró la mejora significativa ($p < .05$) para el GE, al tener un aumento progresivo de fuerza muscular. El GC manifestó un cambio significativo ($p < .05$) al tener una pérdida de fuerza entre la toma intermedia y final.

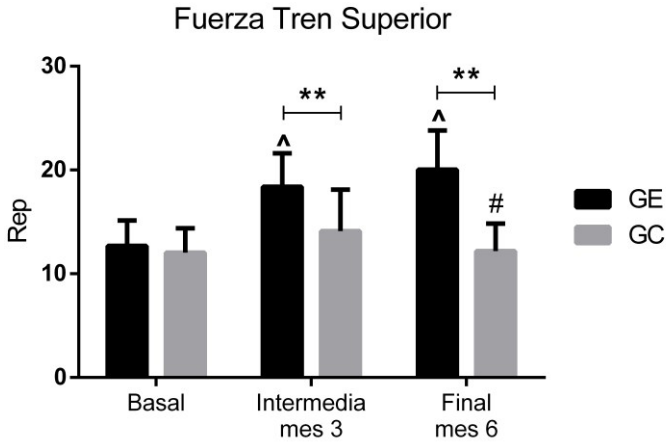

Figura 17. *Comparación de la capacidad de fuerza de tren superior entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; Rep = Repeticiones*
** = $p < .01$ (cambio significativo entre el GE y GC en las tomas intermedia y final).
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma intermedia con basal y la toma final con basal e intermedia).
# = $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del GC en las tomas final e intermedia).

3.3.3 Resultados del componente cardiorrespiratorio.

La presión arterial y capacidad de resistencia aeróbica son parte del componente respiratorio según el Modelo de Toronto (Bouchard y Shepard, 1993). En la toma basal, se pudo observar que no se presentó homogeneidad ($p < .05$) entre grupos sobre la presión sistólica, dado a que fue el GC quien mostró valores más altos en comparación al GE (Tabla 17).

Tabla 17

Análisis inferencial de los parámetros de presión arterial entre grupos de participación

Toma	Variable	GE *n* = 20 (Media ± DE)	GC *n* = 25 (Media ± DE)	*p*
Basal	PAS (mm/Hg)	105.500 ± 12.343	117.600 ± 12.675	.003*
	PAD (mm/Hg)	67.500 ± 10.195	72 ± 11.902	.194
Intermedia mes 3	PAS (mm/Hg)	113.050 ± 25.562	124.800 ± 11.590	.054
	PAD (mm/Hg)	71.000 ± 10.208	81.2 ± 8.812	.001**
Final mes 6	PAS (mm/Hg)	118.000 ± 7.677	122.400 ± 9.255	.108
	PAD (mm/Hg)	74.75 ± 8.187	76.8 ± 6.904	.569

Nota: GE = Grupo experimental; GC = Grupo control; PAS = Presión Arterial Sistólica; PAD = Presión Arterial Diastólica.
* = $p < .05$; **= $p < .01$

Los resultados obtenidos en la presión arterial sistólica (Figura 18), mostró diferencias significativas entre el GE y el GC en la toma basal como se mencionó anteriormente. En el GE, la comparación de tomas entre sujetos demostró tener diferencias significativas ($p < .05$) entre la toma intermedia con basal y la toma final con basal, es decir que los sujetos del GE tuvieron tendencia a aumentar sus valores. El mismo comportamiento se presentó para el GC.

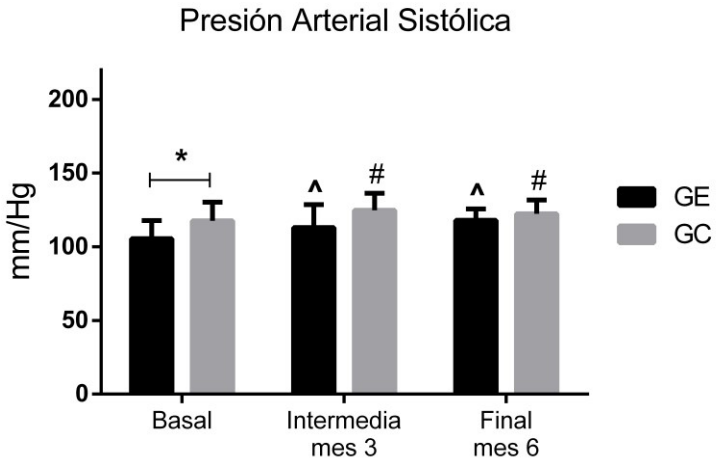

Figura 18. Comparación de la presión arterial sistólica entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma inicial).
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma intermedia con basal y la toma final con basal).
# = $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del GC en las tomas intermedia con basal y final con basal).

La presión arterial diastólica (Figura 19) también mostró cambios significativos (p <.05) entre el GE y GC en la toma intermedia, donde fue el GC quien presentó un aumento de los valores en el transcurso de tres meses. Solo los sujetos del GC presentaron cambios significativos (p < .05) con un aumento de los valores en la comparación de la toma intermedia con basal, y después una disminución significativa (p <.05) entre la toma final e intermedia.

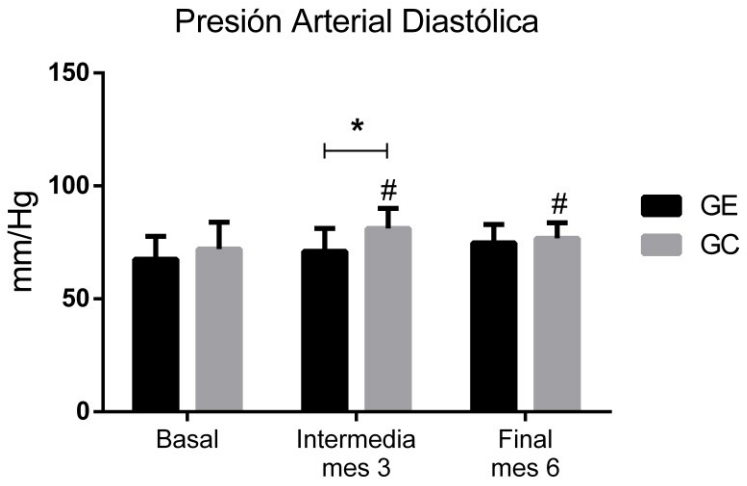

Figura 19. Comparación de la presión arterial diastólica entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
* = p < .05 (cambio significativo entre el GE y GC en la toma intermedia).
# = p < .05 (cambio significativo intra- sujetos del GC en las tomas intermedia con basal y final con basal).

Por último, la capacidad física de resistencia aeróbica no demostró homogeneidad (p > .05) en la toma basal entre grupos, fue el GE quien presento valores más altos. La comparación de los grupos en las tomas intermedia y final mostró como el GE obtuvo una diferencia significativa (p < .01) al tener una mejora en la capacidad de resistencia aeróbica. El GC por otro lado, mantuvo valores constantes entre todas las tomas. (Figura 20).

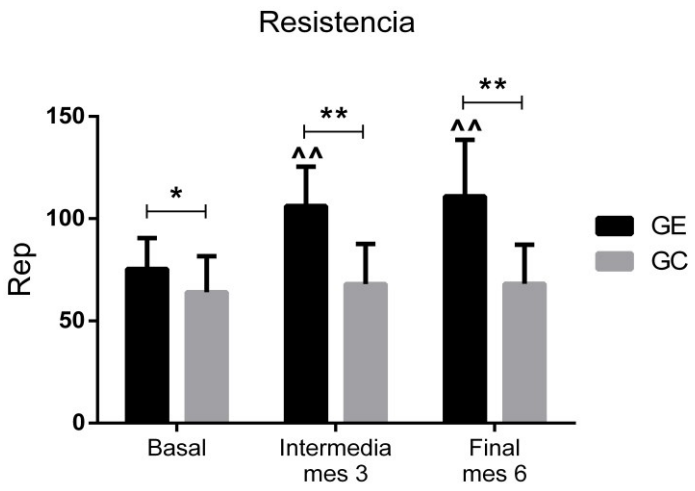

Figura 20. Comparación de la capacidad de resistencia entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; Rep = Repeticiones.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma intermedia y toma final).
** = $p < .01$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma inicial).
^^ = $p < .01$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma intermedia con basal y la toma final con basal).

3.2.4 Resultados del componente metabólico.

El componente metabólico, fue evaluado a través de los parámetros de colesterol, triglicéridos y glucosa. Al comparar los resultados en la toma basal, se encontró homogeneidad en los grupos en las tres variables. El único cambio significativo ($p < .05$) se manifestó en el parámetro de glucosa (Tabla 18) en la comparación de la toma final, donde fue el GC quien presentó los parámetros más bajos.

Tabla 18

Análisis inferencial de los parámetros de glucosa, triglicéridos y colesterol entre grupos de participación

Toma	Variable	GE *n* = 20 (Media ± DE)	GC *n* = 25 (Media ± DE)	*p*
Basal	Glucosa (mg/dL)	82.250 ± 14.186	86.520 ± 24.183	.450
	Triglicéridos (mg/dL)	157.312 ± 52.242	166.130 ± 63.217	.344
	Colesterol (mg/dL)	209.000 ± 40.410	186.333 ± 28.943	.060

Tabla 18

Análisis inferencial de los parámetros de glucosa, triglicéridos y colesterol entre grupos de participación (Continuación)

Toma	Variable	GE *n* = 20 (Media ± DE)	GC *n* = 25 (Media ± DE)	*p*
Intermedia mes 3	Glucosa (mg/dL)	66.333 ± 25.287	77.909 ± 67.157	.168
	Triglicéridos (mg/dL)	146.157 ± 61.413	162.782 ± 86.286	.342
	Colesterol (mg/dL)	176.700 ± 22.311	188.533 ± 27.372	.403
Final mes 6	Glucosa (mg/dL)	87.300 ± 12.320	72.272 ± 44.066	.001**
	Triglicéridos (mg/dL)	177.444 ± 63.426	181.705 ± 85.274	.133
	Colesterol (mg/dL)	191.294 ± 37.419	184.416 ± 24.603	.104

Nota: GE = Grupo experimental; GC = Grupo control
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

Las inferencias entre los sujetos de participación del GE demostraron para el parámetro de triglicéridos (Figura 21), un cambio significativo ($p < .05$) al presentar un aumento entre la toma basal y final. Los sujetos del GC no presentaron cambios en ninguna de las comparaciones.

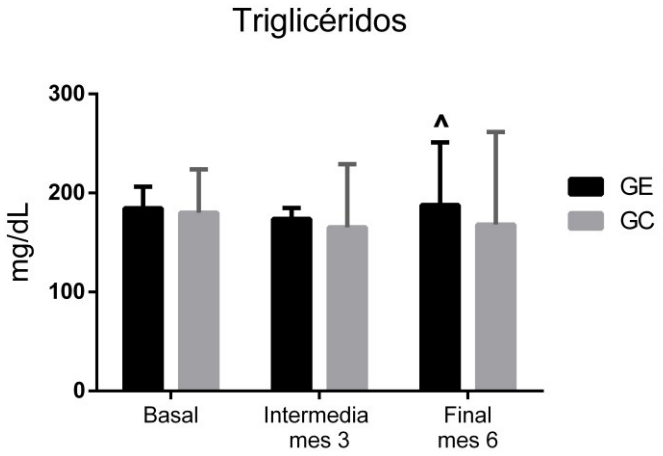

Figura 21. Comparación de los parámetros de triglicéridos entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma final con basal).

Se observaron cambios significativos ($p < .05$) para el parámetro de colesterol (Figura 22) en ambos grupos al tener una disminución en los miligramos por decilitro (mg/dL). El GE presentó el cambio en la comparación de la toma basal y final, mientras que el GC lo manifestó en la comparación de la toma intermedia y final. Cabe destacar que fue el GC quien mantuvo los valores más elevados durante los seis meses de intervención.

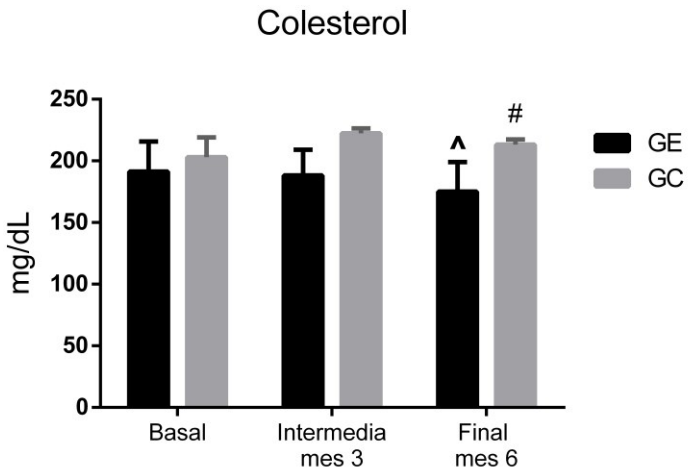

Figura 22. Comparación de los parámetros de colesterol entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma final con basal).
# = $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del GC en las tomas intermedia con final).

Para el parámetro de glucosa (Figura 23), se pudo observar la homogeneidad ($p > .05$) entre grupos al tener similitud en los resultados de la toma basal. El único cambio significativo ($p < .05$) que se pudo observar entre el GE y GC fue en la toma final, donde el GC manifiesta una disminución de los parámetros de glucosa.

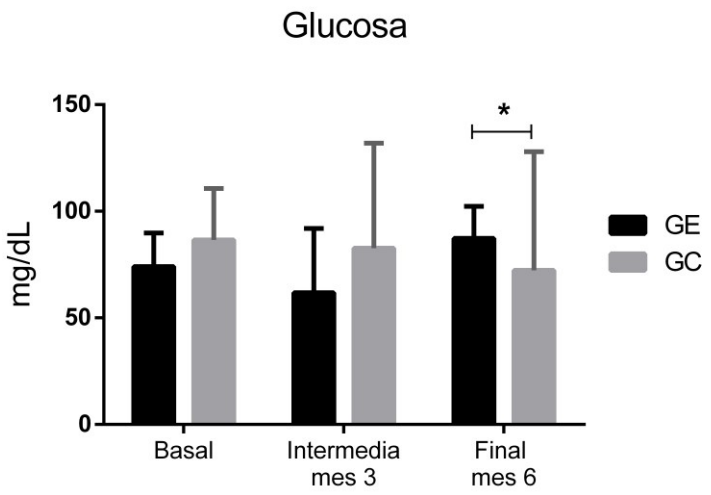

Figura 23. Comparación de los parámetros de glucosa entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma final).

3.4 Resultados del efecto del entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca

A continuación, se muestran los resultados del objetivo específico número tres: *Evaluar el efecto del entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre los adultos mayores y por grupo de participación antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente.*

Los resultados de la toma basal demostraron la homogeneidad entre los grupos al no presentar diferencias significativas ($p > .05$) en cada una de las variables (Tabla 19). Sin embargo, no hubo una diferencia que resultara significativa para la toma intermedia, el cambio se presentó hasta la comparación hecha en la toma final, al mes seis de concluir con la primera etapa.

Tabla 19

Análisis inferencial de los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos de participación

Toma	Variable	GE *n* = 20 (Media ± DE)	GC *n* = 25 (Media ± DE)	*p*
Basal	rMSSD (ms)	15.161 ± 8.962	18.981 ± 11.712	.185
	pNN50 (%)	1.879 ± 4.253	2.904 ± 7.202	.068
	SS (UA)	26.894 ± 11.726	29.572 ± 15.371	.524

Tabla 19

Análisis inferencial de los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos de participación (Continuación)

Intermedia (mes 3)	rMSSD (ms)	19.370 ± 14.174	22.225 ± 19.981	.973
	pNN50 (%)	3.370 ± 9.014	6.828 ± 12.571	.513
	SS (UA)	25.011 ± 10.877	22.831 ± 16.739	.102
Final (mes 6)	rMSSD (ms)	30.096 ± 26.452	16.864 ± 13.770	.015*
	pNN50 (%)	9.660 ± 17.483	3.116 ± 9.609	.013*
	SS (UA)	19.105 ± 6.886	28.874 ± 12.992	.005*

Nota: GE = Grupo experimental; GC = Grupo control; SS = Índice de estrés.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

Los resultados obtenidos para el índice de la rMSSD mostraron una diferencia significativa ($p < .05$) entre los grupos de participación en la toma final. Fue el GE quien indicó una mejora en la actividad parasimpática una vez concluida la intervención física. A su vez, se puede observar las tendencias a disminuir en esta variable para el GC (Figura 24).

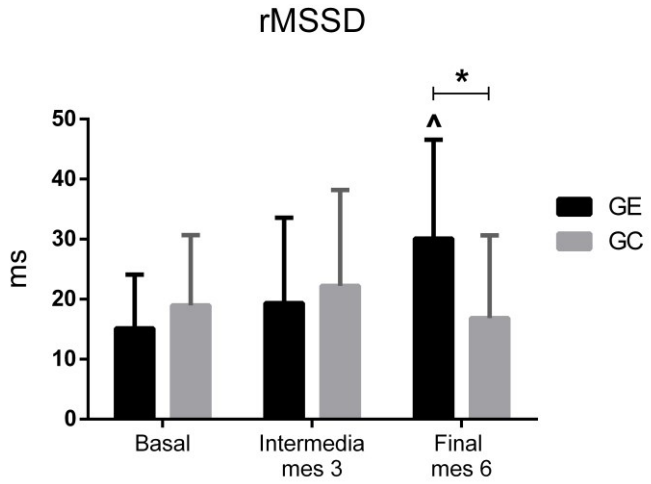

Figura 24. Comparación del índice rMSSD de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; $p < .05$.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma final).
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma final con basal).

El comportamiento del índice pNN50 reportó resultados significativos similares al anterior al verse reflejados hasta la última toma (Figura 25).

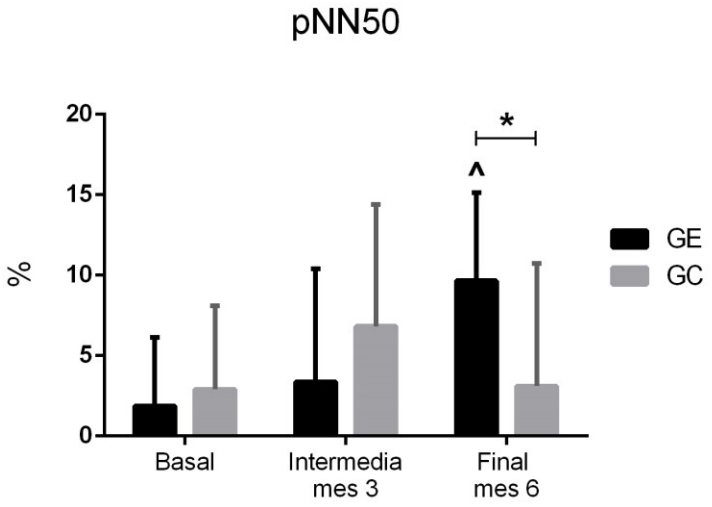

Figura. 25. Comparación del índice pNN50 de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma final).
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma final con basal).

Por último, el parámetro del índice de estrés (Figura 26), demostró cambios significativos ($p < .05$) para los sujetos de ambos grupos. Sin embargo, la diferencia radica en que el cambio que tuvieron los del GE entre la toma intermedia y la final, fue una disminución en los valores, caso contrario para el GC en quienes el cambio fue en el aumento, lo que indica, que el GE disminuyo la actividad simpática y el CG la aumentó.

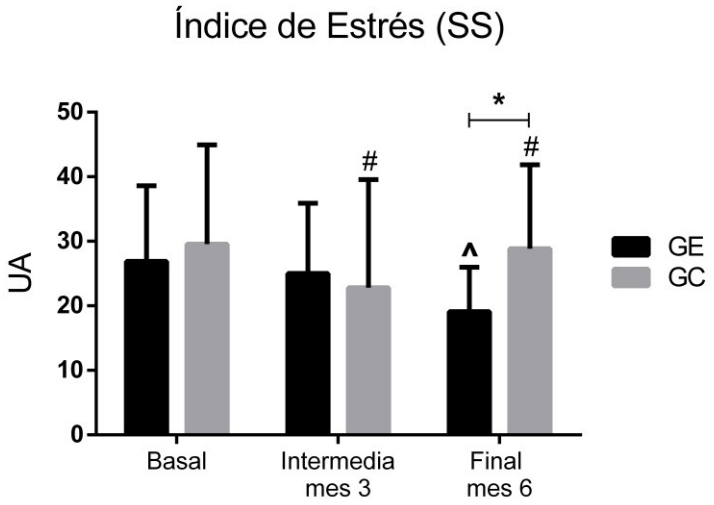

Figura 26. Comparación del índice SS de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos y sujetos de participación. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el GE y GC en la toma final).
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del GE entre la toma intermedia con final).
# = $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del GC en las tomas intermedia con basal y final con intermedia).

3.5 Resultados de la adherencia a la actividad física

A continuación, se muestran los resultados del objetivo específico número cuatro de la etapa 1 y 2 del estudio: Estimar en los adultos mayores de cada grupo de participación la adherencia a la actividad física en relación con las etapas de cambio del modelo Transteórico, antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente.

A continuación, en la Tabla 20, se puede apreciar detalladamente el cambio que presentaron en las etapas de pre contemplación, contemplación, preparación, acción y mantenimiento los dos grupos de participación a lo largo de seis meses (duración de la intervención del programa multicomponente).

Tabla 20

Análisis descriptivo de las etapas de cambio primera etapa, entre grupos de participación

Toma	Variable	GE *n* = 22		GC *n* = 25	
		f	%	*f*	%
Basal	Pre Contemplación				
	Contemplación	2	10	1	4
	Preparación	9	45	1	4
	Acción	3	15	6	24
	Mantenimiento	6	30	17	68
Intermedia (mes 3)	Pre Contemplación				
	Contemplación			1	4
	Preparación			1	4
	Acción	12	60	5	20
	Mantenimiento	8	40	18	72
Final (mes 6)	Pre Contemplación			1	4
	Contemplación			6	24
	Preparación			5	20
	Acción			1	4
	Mantenimiento	20	100	12	48

Nota: GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; *f = frecuencia; % = porcentaje.*

Los resultados de la primera etapa del programa en la toma basal (Tabla 20) revelaron que la mayoría de los participantes del GC se encontraban en las etapas más activas, es decir, en el mantenimiento (68%) y la acción. Por otro lado, poco más de la mitad de los participantes del GE se ubicaron en las etapas menos activas (55%), es decir en la preparación (45%) y contemplación (10%) en comparación con aquellos en las etapas más activas (45%) como el mantenimiento (30%) y la acción (15%). Por tanto, el GC presentó una mayor prevalencia de participantes en las etapas más activas y, por ende, se mostraban más activos previo a la intervención del programa multicomponente que los participantes del GE (Figura 27).

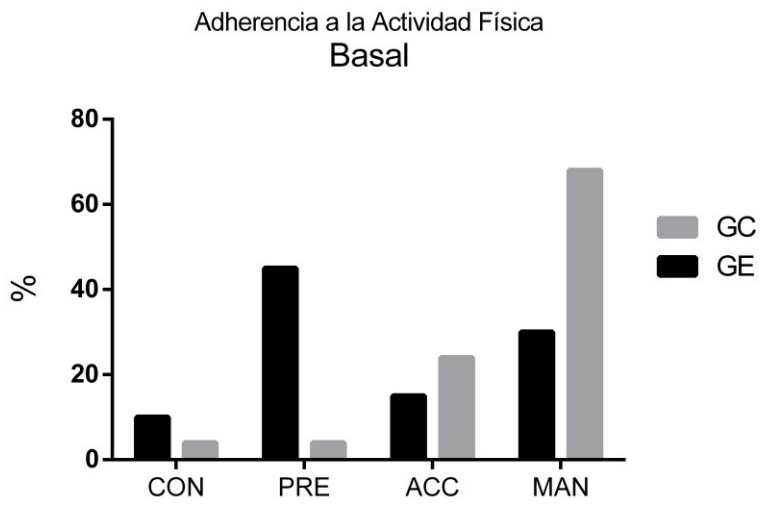

Figura 27. Clasificación de la adherencia a la actividad física del GC y GE en la toma basal según las etapas de cambio. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; CON = Contemplación; PRE = Preparación; ACC = Acción; MAN = Mantenimiento.

Una vez que transcurrieron los primeros tres meses de la intervención, el 72% del GC estuvo en la etapa de mantenimiento y el 60% del GE en la etapa de acción (Figura 28), lo que explica que los sujetos del GE pasaron de la preparación a estar físicamente activos.

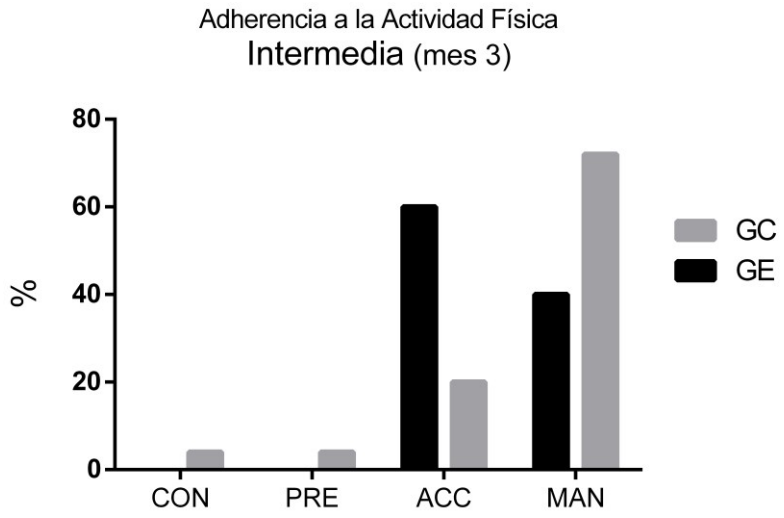

Figura 28. Clasificación de la adherencia a la actividad física del GC y GE en la toma intermedia según las etapas de cambio. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; CON = Contemplación; PRE = Preparación; ACC = Acción; MAN = Mantenimiento.

En la toma final, una vez concluida la intervención, el 48% del GC se estableció en la etapa de mantenimiento, teniendo una pérdida porcentual aproximada del 48%. En este cambio, se observó que los participantes del GC se distribuyeron en las etapas de pre contemplación y contemplación, es decir que, de mantenerse activos por más de seis meses, hubo quienes decidieron no seguir más con la actividad física y otros aplazar su reincorporación. Por último, el GE mantuvo el 100% de los sujetos en la etapa de mantenimiento, es decir, estuvieron realizando actividad física por seis meses consecutivos (Figura 29).

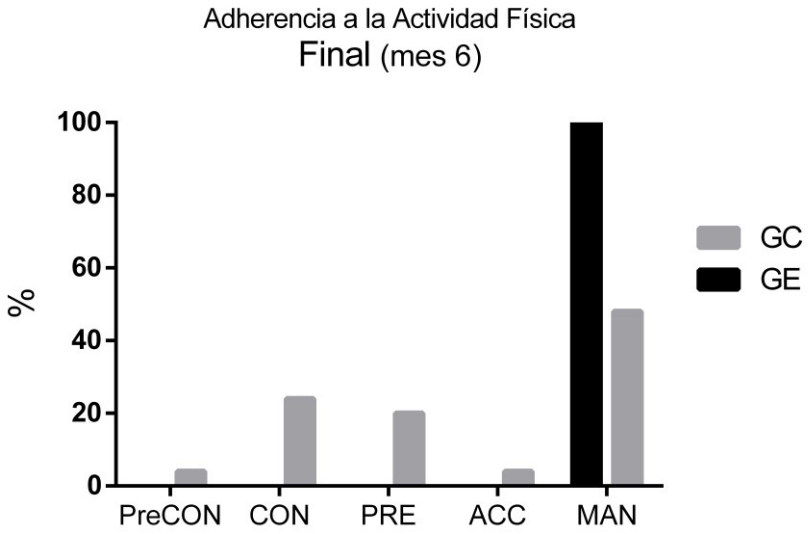

Figura 29. Clasificación del GC y GE en las etapas de cambio según el modelo Transteórico de cambio en la evaluación final. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; PreCON = Pre contemplación; CON = Contemplación; PRE = Preparación; ACC = Acción; MAN = Mantenimiento.

Para la segunda etapa del estudio, el GE se subdividió en dos grupos, G1 (Grupo Residual) y G2 (Grupo Adherencia). En la toma basal e intermedia ambos grupos mantuvieron los valores iguales, en el G2 todos los sujetos estuvieron en la etapa de mantenimiento (Tabla 21). Por otro lado, el G1 mantuvo a los sujetos en la etapa de contemplación, es decir, que estuvieron con la intención de hacer actividad física (Tabla 21).

Tabla 21

Análisis descriptivo de las etapas de cambio segunda etapa, entre sujetos de los grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 25		G2 *n* = 22	
		f	%	*f*	%
Residual Basal (mes 7)	Pre Contemplación				
	Contemplación	10	100		
	Preparación				
	Acción				
	Mantenimiento			10	100
Residual Intermedia (mes 9)	Pre Contemplación				
	Contemplación	10	100		
	Preparación				
	Acción				
	Mantenimiento			10	100
Residual Final (mes 12)	Pre Contemplación				
	Contemplación	4	40	1	10
	Preparación	6	60		
	Acción				
	Mantenimiento			9	90

Nota: G1 = Grupo residual; G2 = Grupo adherencia; f = frecuencia.

En la toma final (Figura 30) se observó en el G1 que del 100% de los sujetos en la etapa de contemplación, el 40% pasó a la etapa de preparación, lo que significa que estaban listos para reincorporarse a la actividad física en los próximos 30 días. Del G2, el 10% de ser activo físicamente, retrocedió a la etapa de contemplación por cuestiones de salud y personales.

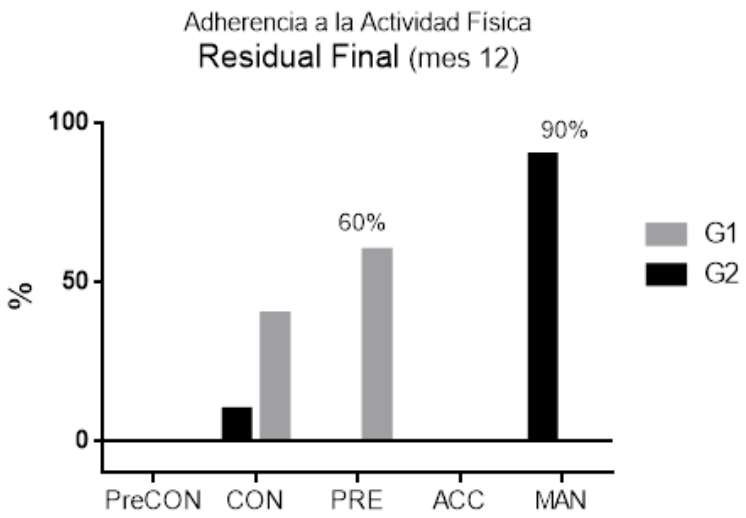

Figura 30. Clasificación del G1 y G2 en las etapas de cambio según el modelo Transteórico de cambio en la evaluación final. GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Control; PreCON = Pre contemplación; CON = Contemplación; PRE = Preparación; ACC = Acción; MAN = Mantenimiento.

3.6 Resultados del efecto residual del programa de entrenamiento

En el siguiente apartado se muestran los resultados de la segunda etapa del estudio (seis meses posteriores a la intervención física) para el objetivo específico número cinco: *Evaluar el efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente a los 7, 9 y 12 meses en los componentes de la condición física y la carga interna del entrenamiento en los adultos mayores del grupo experimental uno*.

3.6.1 Resultados del componente morfológico.

Los resultados que se obtuvieron de los parámetros de talla, peso e IMC (Tabla 22), no demostraron tener una diferencia significativa en la comparación de ambos grupos. Lo que permite deducir que en cuanto el peso e IMC para el G1 (efecto residual) no se ve alterado de manera significativa por la falta de actividad física.

Tabla 22

Análisis inferencial de peso, talla e IMC entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	Talla (cm)	1.593 ± 0.089	1.546 ± 0.073	.213
	Peso (kg)	68.970 ± 12.995	65.725 ± 8.027	.510
	IMC (kg/m^2)	26.983 ± 3.213	27.654 ± 4.300	.697
Intermedia (mes 9)	Talla (cm)	1.593 ± 0.089	1.546 ± 0.073	.213
	Peso (kg)	67.338 ± 11.845	68.413 ± 12.778	.864
	IMC (kg/m^2)	27.030 ± 3.466	27.616 ± 4.579	.783
Final (mes 12)	Talla (cm)	1.584 ± 0.088	1.538 ± 0.069	.172
	Peso (kg)	68.622 ± 13.030	65.989 ± 8.336	.617
	IMC (kg/m^2)	27.044 ± 3.545	28.189 ± 4.370	.550

Nota: G1 = Grupo residual; G2 = Grupo adherencia.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

Los resultados que se obtuvieron de acuerdo con el análisis inferencial entre grupos sobre la composición corporal a través del DXA (Tabla 23), mostraron que en la mayoría de los parámetros a excepción de densidad mineral ósea de pelvis (g/cm²), densidad mineral ósea de cuerpo total (g/cm²), no hay diferencia significativa ($p > 0.05$). Por lo que se puede concluir que el G1 con tres y seis meses de inactividad física no presenta pérdidas significativas a comparación del grupo que si siguió activo.

Tabla 23

Análisis inferencial de la composición corporal entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	MG_T (g)	29,840.333 ± 8,443.319	28,073.000 ± 6,747.610	.639
	MM_T (g)	35,410.222 ± 4,986.500	39,176.375 ± 10,853.184	.390
	CMO_T (g)	1,735.556 ± 282.284	2,134.250 ± 581.109	.087
	TAV (masa g)	1,558.250 ± 557.925	1,504.625 ± 686.142	.866
	DMO_C (g/cm²)	0.954 ± 0.081	1.087 ± 0.234	.131
	DMO_P (g/cm²)	0.760 ± 0.071	0.935 ± 0.179	.016*
	DMO_T (g/cm²)	0.927 ± 0.093	1.082 ± 0.183	.051
	DMO_L1-L4(g/cm²)	1.017 ± 0.138	1.113 ± 0.216	.291
	DMO_F (g/cm²)	0.832 ± 0.115	0.894 ± 0.161	.372

Tabla 23

Análisis inferencial de la composición corporal entre grupos de participación (Continuación)

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)		G2 *n* = 10 (Media ± DE)		*p*
Intermedia (mes 9)	MG_T (g)	25,634.778 ±	10,875.132	25,559.875 ±	6,337.328	.986
	MM_T (g)	35,775.667 ±	4,664.731	39,661.875 ±	10,370.671	.353
	CMO_T (g)	1,726.111 ±	265.244	2,096.750 ±	540.643	.087
	TAV (masa g)	1,401.444 ±	438.019	1,295.875 ±	542.607	.668
	DMO_C (g/cm²)	0.949 ±	0.066	1.046 ±	0.209	.203
	DMO_P (g/cm²)	0.744 ±	0.129	0.925 ±	0.168	.028*
	DMO_T (g/cm²)	0.922 ±	0.110	1.075 ±	0.172	.043*
	DMO_L1-L4(g/cm²)	1.000 ±	0.126	1.110 ±	0.241	.251
	DMO_F (g/cm²)	0.831	0.105	0.933 ±	0.187	.177
Final (mes 12)	MG_T (g)	28,862.333 ±	7,154.784	25,590.250 ±	5,274.260	.297
	MM_T (g)	35,384.111 ±	4,806.027	39,255.875 ±	10,712.134	.370
	CMO_T (g)	1,735.889 ±	277.325	2,093.875 ±	544.227	.102
	TAV (masa g)	1,376.444 ±	424.439	1,347.125 ±	682.999	.918
	DMO_C (g/cm²)	0.949 ±	0.089	1.035 ±	0.219	.294
	DMO_P (g/cm²)	0.760 ±	0.076	0.939 ±	0.169	.012*
	DMO_T (g/cm²)	0.931 ±	0.089	1.076 ±	0.174	.043*
	DMO_L1-L4(g/cm²)	1.023 ±	0.114	1.118 ±	0.256	.330
	DMO_F (g/cm²)	0.838 ±	0.094	0.930 ±	0.183	.203

Nota: G1 = Grupo residual; G2 = Grupo adherencia; MG_T = Masa Grasa Total; MM_T = Masa Magra Total; CMO_T = Composición Mineral Ósea Total; TAV = Tejido Adiposo Visceral; DMO_C = Densidad Mineral Ósea Columna; DMO_P = Densidad Mineral Ósea Pelvis; DMO_T = Densidad Mineral Ósea Total; DMO_L1-L4 = Densidad Mineral Ósea lumbar 1- lumbar 4; DMO_F = Densidad Mineral Ósea Media Fémur.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

La densidad mineral ósea de pelvis manifestó estar significativamente mejor ($p < .05$) para el G2 (activos físicamente), comparado con el G1 en la toma intermedia y final. Esto puede suponer que los sujetos que siguieron con ejercicio físico mejoraron sus valores ya que el G1 como se observa en la Figura 31, mantuvo constantes sus resultados en las tres tomas.

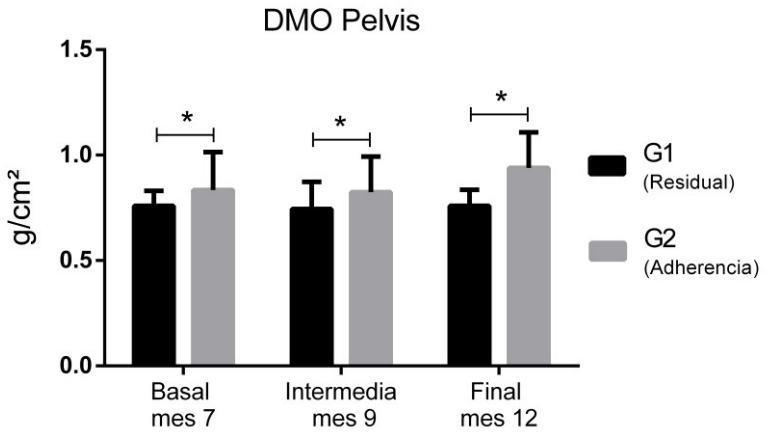

Figura 31. Comportamiento de la densidad mineral ósea de la pelvis entre grupos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el G1 y G2 en las tres tomas).

La densidad mineral ósea de cuerpo total presentó un cambio significativo (p <0.05) para el G2 al demostrar una mejora en la toma intermedia y final, comparada con el G1, ya que estos también mantuvieron estables los resultados durante los seis meses de inactividad física (Figura 32).

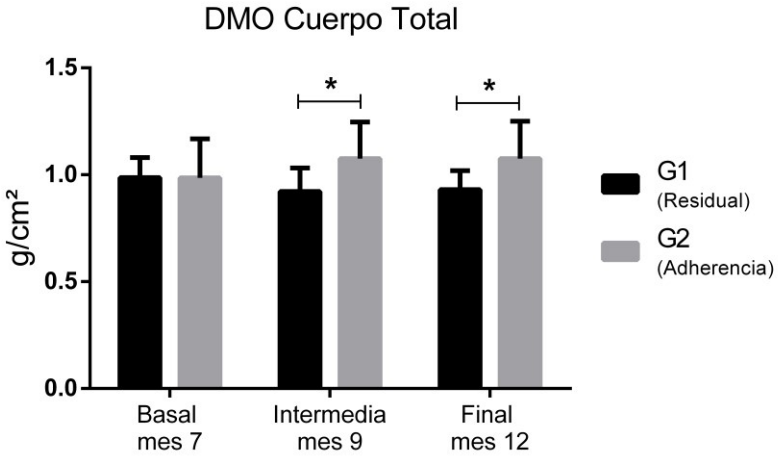

Figura 32. Comportamiento de la densidad mineral ósea del cuerpo total entre grupos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el G1 y G2 en las tomas intermedia y final).

La comparación realizada entre los sujetos de cada grupo mostró cambios en pocas variables, como lo es la densidad mineral ósea de la columna, en el cual se reflejó que el G1 tuvo una perdida significativa (p< 0.05) entre la toma basal (mes siete)

y la final (mes doce), en la Figura 33 se puede apreciar el descenso progresivo del parámetro, mientras que le G2 se mantuvo estable, sin ganancias ni perdidas.

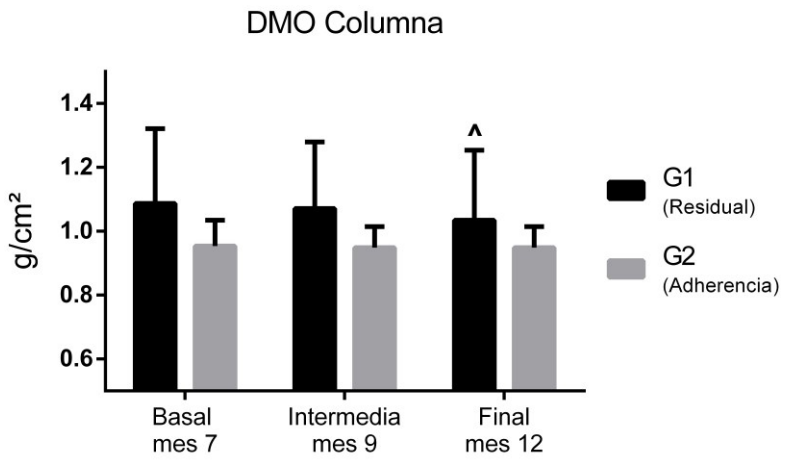

Figura 33. Comportamiento de la densidad mineral ósea de la columna entre sujetos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del G1 entre la toma con final con basal).

Para la densidad mineral ósea de la zona lumbar, es el G1 quien presenta una disminución significativa ($p < .05$) entre la toma basal e intermedia. El G2 se mantuvo estable durante las tres tomas (Figura 34).

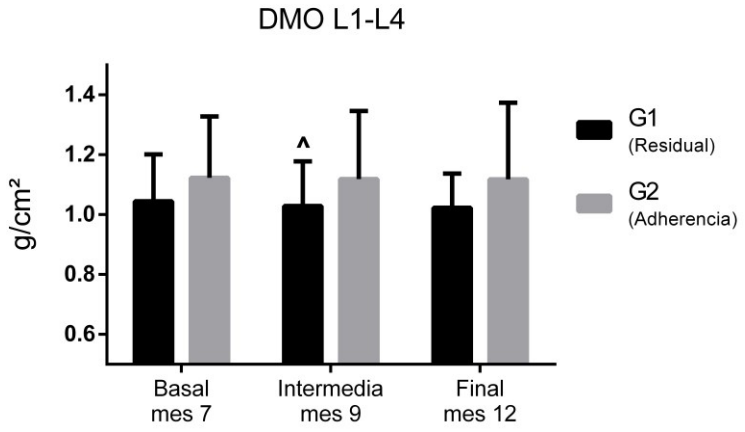

Figura 34. Comportamiento de la densidad mineral ósea de la zona lumbar entre sujetos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
Nota: G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia; $p < .05$.
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del G1 entre la toma intermedia con final).

Finalmente es el G1 quien también muestra una pérdida significativa ($p < .05$) para la masa magra total, en la comparación de la toma intermedia con la basal. Se puede observar en la Figura 35 el descenso progresivo de la perdida que el grupo presenta, asociado posiblemente a la inactividad física.

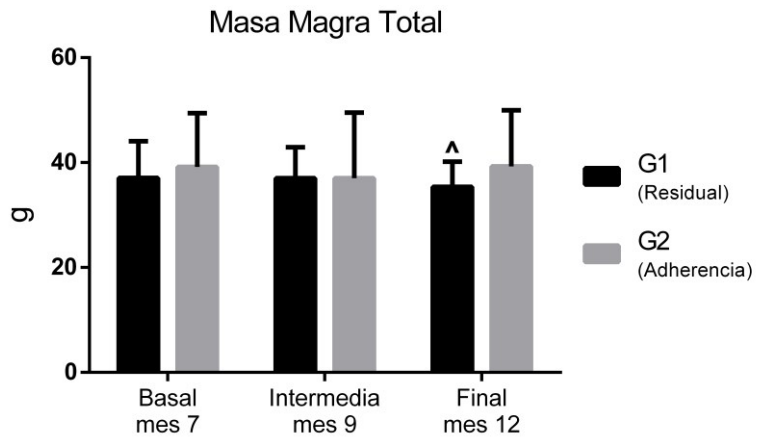

Figura 35. Comportamiento de la masa magra total entre sujetos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del G1 entre la toma final con intermedia).

Para el parámetro de flexibilidad de tren inferior y superior (Tabla 24), las comparaciones no demostraron cambios significativos ($p > .05$) entre ambos grupos. Con estos resultados se puede entender que el G1 en el transcurso de seis meses sin actividad física, no pierde flexibilidad de manera significativa a comparación del grupo que si hace ejercicio.

Tabla 24

Análisis inferencial de la capacidad de flexibilidad de tren superior e inferior entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	FxTI (cm)	9.550 ± 8.308	8.950 ± 9.486	.882
	FxTS (cm)	-12.450 ± 11.388	-11.780 ± 8.915	.885
Intermedia (mes 9)	FxTI (cm)	7.071 ± 8.739	8.000 ± 9.447	.842
	FxTS (cm)	-7.643 ± 10.904	-11.778 ± 11.020	.467

Tabla 24

Análisis inferencial de la capacidad de flexibilidad de tren superior e inferior entre grupos de participación (Continuación)

Final (mes 12)	FxTI (cm)	8.150 ± 9.104	7.650 ± 9.531	.906
	FxTS (cm)	-8.050 ± 11.481	-13.900 ± 9.082	.222

Nota: G1 = Grupo residual; G2 = Grupo adherencia FxTI = Flexibilidad Tren Inferior; FxTS = Flexibilidad Tren Superior; cm = centímetros.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

3.6.2 Resultados del componente muscular.

En la Tabla 25 se presentan los resultados de fuerza muscular para tren superior (bíceps) e inferior (cuádriceps y glúteo), donde se puede observar que no hay cambio significativo en la comparación de ambos grupos en ninguna de las tomas.

Tabla 25

Análisis inferencial de la capacidad de fuerza muscular de tren superior e inferior entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	FzTI (rep)	18.800 ± 4.638	17.100 ± 3.348	.360
	FzTS (rep)	19.700 ± 3.831	19.200 ± 3.765	.772
Intermedia (mes 9)	FzTI (rep)	18.571 ± 3.910	19.556 ± 4.391	.644
	FzTS (rep)	19.000 ± 2.582	20.889 ± 4.256	.292
Final (mes 12)	FzTI (rep)	16.300 ± 2.983	16.000 ± 3.887	.849
	FzTS (rep)	17.500 ± 3.171	18.900 ± 4.067	.402

Nota: G1 = Grupo residual; G2 = Grupo adherencia; FzTI = Fuerza Tren Inferior; FzTS = Fuerza Tren Superior; rep = repeticiones.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

Sin embargo, como se puede observar en la Figura 36, el G1 presentó un descenso en fuerza de tren inferior, que resulta ser significativo en la comparación de la toma basal con final e intermedia con final. Lo mismo ocurrió para el G2, donde el cambio se presentó en la comparación de la toma intermedia y final.

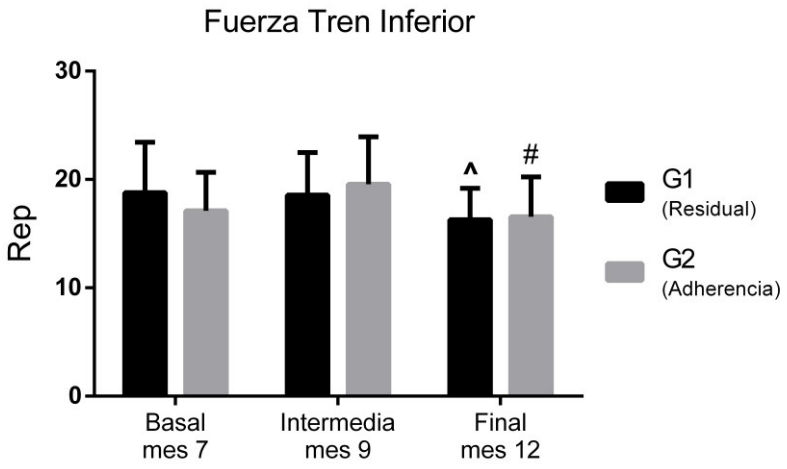

Figura 36. Comparación de la capacidad física de fuerza de tren inferior entre sujetos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del G1 entre la toma final con intermedia y basal).
# = $p < .05$ (cambio significativo intra- sujetos del G2 en las tomas intermedia con basal y final con intermedia).

3.6.3 Resultados del componente cardiorrespiratorio.

En el componente cardiorrespiratorio, para la presión arterial, en la Tabla 26 se puede observar que no hubo una diferencia que resultara ser significativa entre ambos grupos. Aunque hubo variaciones entre las tomas, no alcanzaron a ser significativas para mostrar el cambio de un grupo contra otro. Con estos resultados se puede decir que el ejercicio mantuvo los parámetros estables en el G1 durante la etapa sin actividad física.

Tabla 26

Análisis inferencial de la presión arterial entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	PAS (mm/Hg)	116.000 ± 5.164	115.000 ± 5.270	.661
	PAD (mm/Hg)	74.000 ± 5.164	71.000 ± 5.676	.240
Intermedia (mes 9)	PAS (mm/Hg)	118.571 ± 13.452	112.222 ± 4.410	.264
	PAD (mm/Hg)	68.571 ± 8.997	70.000 ± 5.000	.637
Final (mes 12)	PAS (mm/Hg)	118.000 ± 11.353	117.000 ± 4.830	.711
	PAD (mm/Hg)	68.000 ± 6.325	71.000 ± 3.162	.178

Nota: G1 = Grupo residual; G2 = Grupo adherencia; PAS = Presión Arterial Sistólica; PAD = Presión Arterial Diastólica.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

La capacidad física de resistencia aeróbica (Tabla 27) tuvo valores más bajos que el G2 en las tres tomas, sin embargo, no hay diferencia significativa ($p < .05$) en comparación con el G2.

Tabla 27

Análisis inferencial de resistencia aeróbica entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	RES (rep)	106.300 ± 16.097	111.900 ± 4.449	.424
Intermedia (mes 9)	RES (rep)	109.430 ± 16.226	123.220 ± 22.982	.182
Final (mes 12)	RES (rep)	106.900 ± 13.964	113.200 ± 13.669	.321

Nota: G1 = Grupo residual; G2 = Grupo adherencia; RES = Resistencia; rep = repeticiones.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$.

Las comparaciones entre sujetos (Figura 37) demostró que el G1 tuvo una pérdida significativa ($p <.05$) del rendimiento en la comparación de la toma intermedia y final. El G2, aunque no presentó cambios significativos ($p > .05$) tuvo una mejora en la toma intermedia con valores casi similares a la toma basal.

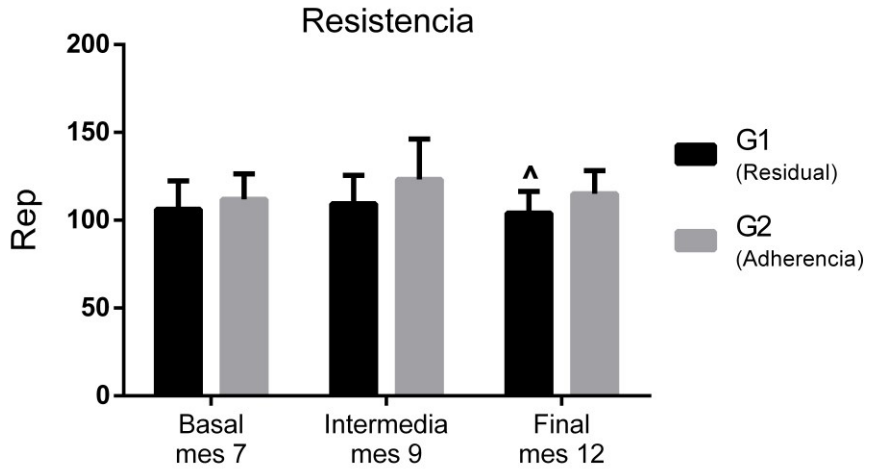

Figura 37. Comparación de la capacidad física de resistencia entre sujetos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
^ = $p < .05$ (cambio significativo intra-sujetos del G1 entre la toma final con intermedia).

3.6.4 Resultados del componente metabólico.

Los parámetros de glucosa, triglicéridos y colesterol (Tabla 28) del componente metabólico demostraron tener una diferencia significativa entre el G1 y G2 en las tomas intermedia y final en los triglicéridos y glucosa, siendo el G1 quien tuvo los valores más altos.

Tabla 28

Análisis inferencial de glucosa, triglicéridos y colesterol entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	Glucosa (mg/dL)	84.222 ± 11.883	86.111 ± 18.148	.797
	Triglicéridos (mg/dL)	187.333 ± 111.489	130.111 ± 44.324	.172
	Colesterol (mg/dL)	195.778 ± 28.774	164.400 ± 26.876	.069
Intermedia (mes 9)	Glucosa (mg/dL)	72.714 ± 3.365	88.250 ± 19.601	.116
	Triglicéridos (mg/dL)	216.833 ± 89.580	129.250 ± 39.730	.029*
	Colesterol (mg/dL)	205.000 ± 34.161	187.500 ± 30.343	.354
Final (mes 12)	Glucosa (mg/dL)	94.900 ± 13.828	79.500 ± 18.320	.028*
	Triglicéridos (mg/dL)	150.600 ± 49.054	148.000 ± 48.361	.909
	Colesterol (mg/dL)	197.700 ± 47.214	180.667 ± 29.857	.446

Nota: G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

El parámetro de glucosa (Figura 38) presentó una diferencia significativa ($p < .05$) para el G1 al tener mayores valores que el G2.

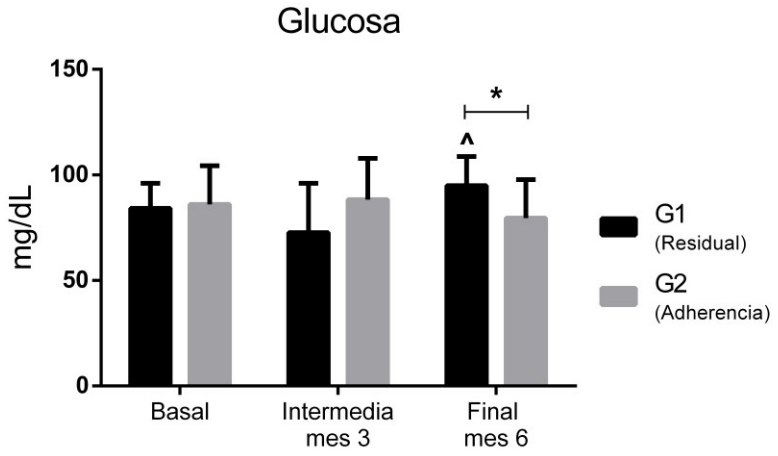

Figura 38. Comportamiento de la glucosa en la comparación entre grupos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el G1 y G2 en la toma final).

Así también los valores de triglicéridos (Figura 39) presentaron cambios significativamente más altos en el G1 en comparación al G2 en la toma final.

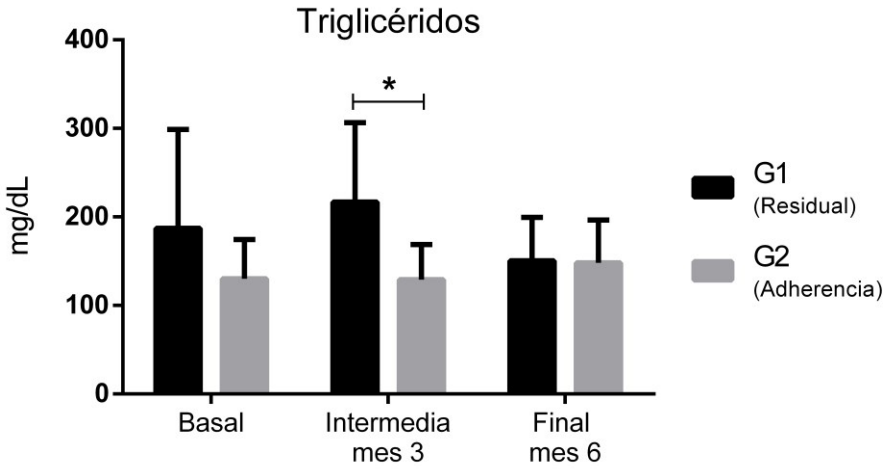

Figura 39. Comportamiento de los triglicéridos en la comparación entre grupos de participación. G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia.
* = $p < .05$ (cambio significativo entre el G1 y G2 en la toma intermedia).

3.6.5 Resultados del efecto de entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Finalmente, las comparaciones que se realizaron para los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardiaca (Tabla 29), demostraron no tener cambios significativos entre el G1 y G2 en ninguna de las variables, por lo que hace suponer que para el G1 el efecto residual del programa ha tenido efectos perdurables al largo de tres y seis meses de inactividad física, mientras que para el G2 aunque hubo aumentos no significativos ($p > 0.05$), los resultados no bajaron.

Tabla 2

Análisis inferencial de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre grupos de participación

Toma	Variable	G1 *n* = 10 (Media ± DE)	G2 *n* = 10 (Media ± DE)	*p*
Basal (mes 7)	RMSSD (ms)	24.925 ± 19.021	36.840 ± 36.826	.673
	pNN50 (%)	7.675 ± 14.502	15.160 ± 26.176	.958
	SS (UA)	24.029 ± 9.125	18.100 ± 4.943	.711
Intermedia (mes 9)	RMSSD (ms)	26.363 ± 20.144	44.680 ± 49.132	.874
	pNN50 (%)	9.325 ± 13.164	18.660 ± 31.430	.591
	SS (UA)	25.931 ± 13.085	16.782 ± 5.748	.791
Final (mes 12)	RMSSD (ms)	24.878 ± 15.162	37.243 ± 34.110	.705
	pNN50 (%)	8.011 ± 9.473	13.771 ± 23.196	.677
	SS (UA)	42.837 ± 57.162	17.477 ± 11.162	.290

Nota: G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia; SS = Índice de estrés.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

Las comparaciones realizadas entre los sujetos de cada grupo (Tabla 30) tampoco mostraron diferencias entre ellos en ninguna de las tomas, por lo que se sigue apoyando la idea de que el efecto residual de tres y seis meses en el G1 ha mantenido los efectos positivos de la actividad física sin alterar significativamente los parámetros. Por otro lado, el G2 ya no tuvo aumentos significativos por lo que se deduce que las cargas de entrenamiento no resultaron efectivas para los posteriores seis meses de actividad física.

Tabla 3

Análisis inferencial de la variabilidad de la frecuencia cardiaca entre sujetos de cada grupo de participación

Grupo	Variable	Basal (mes 7) (Media ± DE)	Intermedia (mes 9) (Media ± DE)	*p*	Basal (mes 7) (Media ± DE)	Final (mes 12) (Media ± DE)	*p*	Intermedia (mes 9) (Media ± DE)	Final (mes 12) (Media ± DE)	*p*
G1	RMSSD (ms)	24.925 ± 19.021	26.363 ± 20.144	.575	24.400 ± 17.862	24.878 ± 15.162	.594	25.067 ± 19.240	24.722 ± 14.967	.948
	pNN50 (%)	7.675 ± 14.502	9.325 ± 13.164	.779	7.022 ± 13.706	8.011 ± 9.473	.674	8.456 ± 12.587	8.911 ± 10.903	.813
	SS (UA)	24.029 ± 9.125	25.931 ± 13.085	.606	22.852 ± 9.236	42.837 ± 57.162	.260	24.069 ± 13.455	44.501 ± 56.276	.374
G2	RMSSD (ms)	36.840 ± 36.826	44.680 ± 49.132	.345	29.857 ± 32.376	36.957 ± 34.219	.176	34.829 ± 43.502	37.243 ± 34.110	.735
	pNN50 (%)	15.160 ± 26.176	18.660 ± 31.430	.225	10.943 ± 22.555	13.643 ± 23.276	.249	13.414 ± 27.182	13.771 ± 23.196	.799
	SS (UA)	18.100 ± 4.943	16.782 ± 5.748	.450	22.870 ± 11.563	20.614 ± 12.942	.543	21.631 ± 11.284	17.477 ± 11.162	.344

Nota: G1 = Grupo Residual; G2 = Grupo Adherencia; SS = Índice de estrés.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

Capítulo 4. Discusión

Una vez finalizado el análisis y descripción de los resultados por el programa de entrenamiento multicomponente en adultos mayores, a continuación, se presenta el apartado de discusión cuyo objetivo es interpretar y consolidar los resultados obtenidos, así como proponer futuras líneas para nuevas investigaciones. El desglose del apartado toma en cuenta el orden por objetivos e hipótesis en cuestión.

4.1 Características sociodemográficas y clínicas

A partir de los hallazgos encontrados y con base al primer objetivo específico que fue describir las características sociodemográficas y clínicas de los adultos mayores, se observa que tanto el género, la edad de los participantes, el tipo de patologías (hipertensión), problemas músculo esqueléticos (caídas, fracturas y dolor corporal) y dependencia económica, son similares para ambos grupos. Sin embargo, en datos como el grado de escolaridad, estado civil y vivienda, hay discrepancia entre ambos grupos. Es importante considerar las diferencias en estas variables dado a que esto puede tener alguna relación con la mejora del nivel de actividad física, pues como lo menciona Chavarría, Barrón y Rodríguez (2017) factores como el grado de escolaridad, género y estado civil, pueden influir y ser determinantes en el nivel de actividad física y estado de nutrición que un adulto puede tener, ya que al tener buen nivel de preparación académica u ocupación y estabilidad social, permite al adulto ser más selectivo en aquellas actividades que le ayudan a tener una mejor calidad de vida.

La heterogeneidad dada por factores sociodemográficos no es exclusiva de una sola región o población específica. En un estudio realizado en población brasileña (Junior et al., 2018) a través de un análisis de regresión multivariante, demostró aquellos factores asociados a un nivel bajo de actividad física. En discrepancia a nuestro estudio, Junior et al. (2018) refirió que ser del género masculino, tener un IMC mayor a 27kg /m^2 y padecer menos de tres enfermedades crónicas, tiene una asociación positiva con un bajo nivel de actividad física.

Por lo anteriormente mencionado, se concluye que es importante considerar dentro de los criterios de selección características relacionadas a aspectos sociales y clínicos con el fin de que la muestra de estudio sea lo más homogénea posible. Sin

embargo, al tratarse de estudios de tipo cuasi experimental o experimentales, considerar estos factores reduce la posibilidad de contar con una cantidad muestral lo suficientemente representativa. La calidad de vida aunado al proceso de envejecimiento hace del adulto mayor una población con características que los vuelve cada vez más difícil de homogenizar, por lo tanto, la atención se debe de centrar en el diseño de instrumentos y estrategias que permitan considerar la diversidad de factores asociados al nivel de actividad física de esta población.

Sin embargo, opciones metodológicas como tomar en consideración el aumento en el tamaño de muestra, seccionar los grupos por género, edad, patologías o contexto, podrían favorecer a la obtención de resultados más precisos para las variables de estudio.

4.2 Componentes de la condición física

Los resultados que se obtuvieron para dar respuesta al segundo objetivo cuya propuesta fue la de evaluar la condición física a través del componente morfológico, muscular, cardiorrespiratorio, metabólico y motor, entre los adultos mayores y por grupo de participación antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente, se presentan a continuación de manera específica por cada componente.

4.2.1 Componente morfológico.

Variables como el peso, talla, e IMC no muestran cambios significativos entre los grupos de participación durante el periodo de la implementación del programa de entrenamiento multicomponente (seis meses). Este resultado puede deberse ante la falta de una intervención alimenticia que reforzara la posibilidad de obtener un cambio significativo.

Estudios recientes como el de Englund y colaboradores (2018), muestran como la intervención física de seis meses de duración, acompañada de suplementación alimenticia (principalmente proteína de suero, vitamina D y calcio), presenta cambios significativos en la composición corporal (disminución de grasa intramuscular y aumento de densidad muscular). Sin embargo, acorde a los resultados

sobre este estudio, en otra investigación (Ng et al., 2015), con las mismas características de tiempo, realizaron una comparación de como el adulto mayor responde a un programa con diferentes intervenciones (nutricional, física, cognitiva, combinado y control), y muestra que pese a la suplementación, los cambios no presentan una diferencia significativa en comparación con la intervención física, es decir que ambos aportan beneficios para las variables estudiadas, mas no para el peso e IMC.

Variables como la masa grasa, masa magra total, composición mineral ósea, tejido adiposo visceral, densidad mineral ósea de columna, pelvis; lumbar y fémur, tampoco presentan cambios significativos en la comparación de grupos, por lo que se sigue manteniendo la idea de la falta de una intervención nutricional, ya que forma parte esencial para ver el cambio en la composición corporal. Un estudio reciente elaborado por Cancela, Perez, Rodrigues y Bezerra, (2020), menciona los efectos que un programa de entrenamiento multicomponente con duración de ocho meses tiene sobre variables como la composición corporal, fuerza y DMO. Los resultados obtenidos sobre la variable de DMO del fémur fueron significativos, a pesar de no utilizar elementos nutricionales como apoyo, y solo la implementación de actividad física dos veces por semana por 60 minutos, es decir que, con solo realizar ejercicio, se pudieron notar los cambios favorables para el grupo con intervención. Esto hace suponer que, a diferencia del presente estudio, el cambio significativo se manifestó por haber tenido una duración de ocho meses de entrenamiento.

Pese a que no fueron encontrados resultados significativos que se demostraran entre grupos de participación, se puede mostrar el cambio significativo entre los sujetos de cada grupo. Mientras que el GE presenta una perdida significativa sobre el tejido adiposo visceral, el GC manifiesta perdida significativa en la masa magra total, ambos en el transcurso de seis meses. Los cambios en los sujetos del GE se pueden explicar desde la idea de que realizar actividad física, específicamente fuerza y resistencia, favorecen a reducir la cantidad y riesgos que la grasa visceral puede desencadenar (Díaz, Espinoza-Navarro y Pino, 2015). Así también, los resultados de los sujetos del GC se respaldan con diversa evidencia científica que demuestra que la inactividad física puede desencadenarse en la pérdida de masa

muscular, que comúnmente en un adulto es conocida como sarcopenia y favorece al desarrollo de fragilidad (Fernández-Villa et al., 2017; Smith et al., 2020; Solano-García y Carazo-Vargas, 2018).

Cabe mencionar que, hasta el momento en la literatura revisada, destacan aquellas investigaciones con la utilización de suplementos alimenticios que tienen como principal finalidad la mejora de masa muscular y pérdida de peso (Oh, Jeon, Storm, Jho, y No, 2017; Rondanelli et al., 2016; Yang et al., 2020) así como la mejora de la densidad mineral ósea (Burt et al., 2019; Jiang et al., 2019) para ayudar a retardar el desarrollo de fragilidad. Sin embargo, es muy limitada la información que otorgue los efectos de un control alimenticio (dieta) sobre indistintos parámetros que se involucran con la salud del adulto mayor, dado a que como se ha mencionado anteriormente, la diversidad de características heterogenias que componen el proceso de envejecer de un individuo es muy variado (patologías, hábitos, factores económicos, sociales, psicológicos, entre otros.), por lo que administrar un control alimenticio tiene que ser especifico a las necesidades particulares del adulto. Finalmente se debe de entender que la nutrición adquirida por una correcta alimentación y/o la utilización de suplementos alimenticios favorecen a obtener resultados óptimos a nivel físico, psicológico y fisiológico (Barrera y Osorio, 2007), lo que es entendido como un envejecimiento saludable.

Finalmente se concluye que, pese a la importancia del trabajo multidisciplinario entre la nutrición y el entrenamiento físico con fines a observar resultados significativos, el entrenamiento multicomponente es viable para la obtención satisfactoria de cambios en la composición corporal, incluso aumentando el tiempo en la intervención física, dando que por los cambios en la condición fisiológica a la que el adulto mayor ya está sometido, los resultados suelen demorar en manifestarse.

La capacidad física de flexibilidad como parte del componente morfológico, presenta en el GE una mejora significativa tanto en miembros superiores como inferiores, al igual que otros estudios con modalidad multicomponente (Kang, Hwang, Klein y Kim, 2015; Rosero et al., 2020), incluso como aquellos que hacen mención específica sobre el desarrollo y mejoramiento de flexibilidad (Stathokostas, Little, Vandervoort y Paterson, 2012). Estos estudios tienen como característica similar, la

inclusión de entrenamientos específicos para esta capacidad en cada una de las sesiones. Sin embargo, un estudio preliminar reportado por Morton, Whitehead, Brinkert y Caine, (2011), expuso los resultados de la comparación de una intervención de entrenamiento de fuerza de rango completo y una intervención de estiramiento, y el resultado fue que ambos protocolos mejoraron la flexibilidad de manera significativa en comparación al grupo control, más no entre ambas intervenciones.

Otra de las aportaciones (Moreside y McGill, 2012) analiza el efecto de tres intervenciones sobre el rango de movimiento de cadera, dos de ellas utilizaron estiramientos pasivos de cadera con algunas variaciones entre ambas y la otra realizó resistencia muscular del tronco. Aunque los resultados muestran la mejora del rango de movilidad en los tres grupos, fue el grupo con intervención de fuerza, quienes solo exhiben tener cambios significativos en tres de las cinco condiciones que fueron evaluadas. Se ha explicado que aún no hay suficiente evidencia consistente sobre el tipo, frecuencia o duración relacionado con entrenamiento de flexibilidad. El movimiento articular está relacionado con elementos morfológicos como los músculos, los huesos y los tejidos conectivos. En particular, el músculo y la fascia son responsables del 41% de la resistencia al movimiento de una articulación, por lo que un aumento de la resistencia muscular disminuirá la tensión de las miofibrillas y aumentará el rango de movimiento.

El programa de entrenamiento multicomponente de la presente investigación considera lo que diversa literatura ha expuesto y hace referencia al método de utilización del estiramiento dinámico y estático, algunos autores mencionan que realizar estiramiento dinámico en la fase de calentamiento permite preparar el cuerpo para una exigencia física mayor al aumentar la velocidad de conducción neural, la flexibilidad, la fuerza muscular máxima, potencia (ACSM, 2018; Aguilar et al., 2012; Behm, Blazevich, Kay y McHugh, 2016; Chatzopoulos, Galazoulas, Patikas y Kotzamanidis, 2014). El estiramiento estático por su lado, al demostrar su efectividad en la mejora de la flexibilidad y rango de movimiento articular (Su, Chang, Wu, Guo y Chu, 2017), es ideal para incorporarse en la fase de enfriamiento ya que se ha investigado que realizar estos ejercicios pueden aminorar la fuerza muscular, incluso

aumentar el riesgo de lesión por la inestabilidad articular generada (Kistler, Walsh, Horn, Cox 2010; McHugh y Cosgrave, 2010).

4.2.2 Componente muscular.

La fuerza es una de las capacidades que mayor relevancia toma durante la tercera edad, según lo reportado en diversidad de estudios, presentar una masa y fuerza muscular disminuida favorece al desarrollo y padecimiento de sarcopenia, patología íntimamente relacionado al síndrome de fragilidad (Cadore et al.,2014; Fairhall et al., 2015; García-Molina et al., 2018), que sin una atención temprana suele desencadenarse en alteraciones en el equilibrio y marcha que conllevan a la institucionalización, hospitalización y muerte por caídas.

Por otro lado, el GC a lo largo de seis meses, presentó un cambio significativo al manifestar una pérdida de fuerza muscular en el tren inferior. Es importante mencionar que actualmente, estimar o medir las variables que se relacionan con dicha capacidad (fuerza, potencia, masa muscular, entre otras), son consideradas como un factor de mortalidad, solamente la medición de la fuerza muscular (García-Hermoso et al., 2018; Ling et al., 2010) ha demostrado que aquellos adultos con un nivel óptimo de fuerza de tren superior tienen un riesgo de mortalidad menor de 31% en comparación a aquellos con niveles bajos, para el tren inferior la diferencia es de un 14% de riesgo menor para aquellos con buen nivel de fuerza muscular. Se ha encontrado también, que el género es asociado a la mortalidad por falta de fuerza muscular, siendo ligeramente más predominante para la mujer (Arvandi, 2016; García-Hermoso et al., 2018; Guadalupe-Grau, 2015).

Los resultados obtenidos en el presente estudio exponen que una intervención física de seis meses presenta una mejora significativa de la capacidad tanto de tren inferior como superior. Así mismo, concuerdan con los datos de la investigación de Cadore et al. (2014) quienes muestran que la aplicación de un programa multicomponente tiene efectos positivos sobre la fuerza muscular, potencia muscular e incluso sobre el área de sección transversal del cuádriceps en solo 12 semanas de entrenamiento. Los cambios que se presentan en la mejora de la fuerza se explican por el estímulo positivo que se da al músculo para promover la hipertrofia muscular,

esto produce la disminución de la infiltración del músculo graso el cual está asociado a un mayor riesgo de pérdida de movilidad, capacidad de marcha y fractura de cadera (Lang et al., 2010), así también ayuda a la mejora de potencia y capacidad funcional.

4.2.3 Componente cardiorrespiratorio.

La variable de la presión arterial no presenta cambios significativos en la comparación de grupos en ninguna de las tomas durante la intervención del programa. Ambos grupos muestran durante los seis meses valores normales, donde según la Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009 establece los rangos de normalidad de 120-129 mm/Hg para la sistólica y 80-84 mm/Hg para diastólica.

Las diferencias significativas que se presentan entre los sujetos de participación en cada uno de los grupos manifiestan un aumento, pero al igual que en los resultados anteriores, esos aumentos no salieron del rango de normalidad en la presión arterial. Una posible respuesta a este comportamiento es que la población estudio trata de adultos mayores sanos y de aquellos con patologías como hipertensión arterial, los cuales se consideró su inclusión por tratarse de una enfermedad controlada. La limitante identificada en esta medición es que solo se llevó a cabo una vez en cada fase de evaluación, es decir, tres veces.

En concordancia a la presente investigación García, Alonso, Herrera, Peinado y Pérez (2019), en su estudio no encuentran cambios significativos en la presión arterial al haber implementado un programa de entrenamiento físico de resistencia y fuerza muscular con la utilización de bandas elásticas por un periodo de seis meses. Las evaluaciones sobre esta variable parecen también haber realizado solo dos o tres tomas. Estos procesos metodológicos, nos hacen suponer, al no haberle realizado mediciones más continuas y la presencia de factores externos como la alimentación, el clima, sueño, estado de ánimo, entre otros, propiciaran a no obtener resultados significativos. Otra posible explicación ante tal acontecimiento pueda deberse a que en adultos mayores con hipertensión, tienden a presentan un endurecimiento en las arterias por lo que persisten a una modificación significativa por el entrenamiento aeróbico de intensidad baja o moderada, algunos mecanismos subyacentes al endurecimiento arterial por la edad como lo es la degradación de la matriz elástica y el

aumento del contenido de colágeno, la hipertensión parece acelerar estos procesos (Ferrier et al., 2001). En estudios que tratan a adultos sanos sin antecedentes de enfermedades cardiovasculares demuestran tener ganancias efectivas sobre la rigidez arterial con un entrenamiento de baja a moderada intensidad (Tabara et al., 2007). Por otro lado, se ha encontrado una relación positiva entre la edad y la presión arterial sistólica y diastólica, lo que explica que a medida que la persona envejece, es más fácil presentar alteraciones (Clarke, et al., 2002). Al parecer, sesiones de entrenamiento a partir de 12 semanas resultan ser efectivas para presentar cambios significativos sobre la presión arterial, incluso en personas hipertensas (Moreira, Cucato, Terra y Ritti-Dias, 2016; Mota et al., 2013).

Recientemente, un estudio denominado SAGE (Envejecimiento Global y la Salud de los Adultos) por la OMS (Laverty, Palladino, Lee y Millett, 2015), aplicado en seis países de ingresos medios incluido México, señala que, a través de la utilización de una regresión logística, la relación entre diferentes variables de salud (IMC, presión arterial sistólica, diabetes, entre otros) con la actividad física (la caminata y el uso de bicicleta como medio de transporte ≥150 min por semana), México reporta tener menor presión arterial para el grupo que se consideró como activo, aunque la media fuera reportada en 141.9 mm/Hg (±23.3). Diversa literatura apoya el fundamento que indica como la actividad física beneficia en la reducción de la presión arterial en beneficio a la reducción de riesgo de mortalidad (Barengo, Antikainen, Borodulin, Harald y Jousilahti, 2017; da Cunha Nascimentoet al., 2018). La importancia de mantener valores estándar o normales de la presión arterial sistólica recae en que en una pérdida de 2mm/Hg, reduce la probabilidad de padecer accidentes cerebrovasculares en un 10% y cardiopatía isquémica en un 7% (Lewington, Clarke, Qizilbash, Peto y Collins, 2002).

La capacidad física de resistencia fue evaluada con la prueba 2 minutos de marcha del Senior Fitness Test (Rikli y Jones, 2013), que pese a no pertenecer a los estándares de oro para medir la resistencia cardiovascular, ésta prueba demuestra que al ser comparada con la prueba de 1 milla de caminata tiene un coeficiente de correlación de 0.73, y con la prueba en cinta para correr al 85% de FC máx un

coeficiente de correlación de 0.74 (Langhammer y Stanghelle, 2015), por lo que presenta una validez y fiabilidad para los resultados que se obtienen de ella.

Los resultados obtenidos en este estudio indican un cambio significativo en todas las tomas, es decir, que los adultos estuvieron mejorando progresivamente durante la intervención del programa multicomponente. Las sesiones tuvieron 20 minutos de actividad moderada a vigorosa pues se ha demostrado que trabajar a estas intensidades promueven a tener mejoras significativas en el VO2 pico, así como una mayor magnitud de adaptaciones de fuerza potencia (Müller et al., 2020).

Durante el envejecimiento, el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) disminuye considerablemente, el consumo de oxígeno pico (VO_2 pico) pierde capacidad entre un 20% a 25% por cada década, en adultos mayores sanos de 70 años y el porcentaje aumenta cuando el adulto presenta enfermedades cardiacas y pulmonares (Huang et al., 2015). Sin embargo, las mejoras significativas que presentó el grupo con intervención física de este estudio, tienen similitud con lo reportado en otras investigaciones (Smith, Villareal, Sinacore y Mittendorfer, 2012; Villareal, Smith, Sinacore, Shah y Mittendorfer, 2011) las cuales hacen referencia a que la implementación de un programa de tipo multicomponente tiene efectos positivos sobre la resistencia aeróbica, ya que los valores del consumo pico de oxígeno (VO_2 pico) en relación con la línea de base, pueden presentar una ganancia entre el 10% y 20%.

Autores como Huang et al. (2015) a través de la realización de un metaanálisis, proponen que realizar un entrenamiento aeróbico a una intensidad media (66% a 73% de la frecuencia cardiaca en reserva) de 40 a 50 min por sesión, tres a cuatro días por semana durante seis a nueve meses, sería óptimo y efectivo para obtener los máximos beneficios en la aptitud cardiorrespiratoria. Finalmente, Valenzuela et al. (2019), en su estudio titulado Physical Exercise in the Oldest Old, hace una explicación pormenorizada de los procesos, efectos y beneficios fisiológicos que aporta al adulto el realizar ejercicio aeróbico, a diferencia de los anteriores autores, propone la utilización de la alta intensidad, esto, sustentado en la revisión de estudios anteriormente realizados.

4.2.4 Componente metabólico.

La Federación Mexicana de Diabetes, A., C. establece que los parámetros normales de glucosa en ayunas deben estar entre los rangos de 70-100 mm/dL y posterior a 2 horas de la comida en 70-140mm/dL. La Norma Oficial Mexicana NOM-037-SSA2-2002, Para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias menciona que los parámetros recomendables para los triglicéridos deben ser <150 mm/dL, para el colesterol total <200 mm/dL, el HDL <130 mm/dL y el HDL >35 mm/dL. Los resultados de la glucosa y colesterol total obtenidos en este estudio muestran que desde la evaluación basal los sujetos de ambos grupos de participación presentan valores dentro de los rangos normales. Los parámetros de triglicéridos están por encima de lo recomendable, entrando en parámetros limítrofes de 150- 200 mm/dL, sin embargo, el GE tiene una tendencia a disminuir estas cifras, aunque no resulta ser un cambio significativo.

Las comparaciones realizadas entre los sujetos de participación de cada grupo indican tener cambios significativos, dicho resultado conlleva una similar reflexión como con el componente morfológico, en donde el control alimenticio juega un rol importante para poder observar los cambios positivos del programa de entrenamiento multicomponente.

Estos argumentos se sustentan con otros estudios que demuestran que la falta del apoyo nutricional no proporciona cambios significativos en parámetros del perfil lipídico en sujetos que llevan a cabo entrenamiento físico de baja a moderar intensidad (Pradas, Godoy, Castellar, y Molina, 2015), incluso en aquellos entrenamientos de altas intensidades (Caamaño-Navarrete, Cresp-Barría, Delgado-Floody, 2015). En un estudio con población joven (40 a 50 años), Hernán et al., 2015, expusieron que es posible obtener cambios significativos en estos parámetros sin un control alimenticio propuesto por la investigación, puesto que al implementar una intervención física en personas sanas y la propia motivación por obtener resultados favorables, los sujetos mantuvieron un estilo de alimentación saludable.

4.3 Efecto del entrenamiento sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca

Para dar paso al objetivo número tres que es evaluar el efecto del entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardiaca antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente. Se acepta la hipótesis alternativa número dos que establece que el efecto general del programa multicomponente en la carga interna del entrenamiento no es igual por grupos de participación y entre mediciones.

4.3.1 Justificación de la alta variabilidad entre sujetos (desviaciones estándar altas).

Es bien sabido que la automaticidad del sistema cardiaco es regulada por un mecanismo de marcapasos intrínseco, sin embrago, esta modulado en gran medida por el SNA (Task Force, 1996). Por ello, el comportamiento del SNA difiere en gran medida interindividualmente por un comportamiento dinámico no lineal (Goldberger, 1990) y que está asociada a sistemas reguladores interdependientes basadas en adaptaciones propias y a su vez con la autorregulación y la capacidad propia de la adaptación (Shaffer y Ginsberg, 2017). Además, la adaptación y la gran variabilidad de datos interindividuales de las señales biológicas y fisiológicas, que en este caso es la VFC, dependerán de las señales de los estímulos externos, la asimilación y la respuesta interna, explicado de manera específica por el “modelo de la caja negra” (Naranjo, 2018). Esto adicionalmente incluirá el comportamiento de la VFC en los adultos mayores (Bonnemeier et al., 2003).

4.3.2 Comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

La progresión de la carga de entrenamiento tiene como objetivo lograr mejoras y adaptaciones fisiológicas (Halson, 2014). Esta progresión depende del control de la carga externa del entrenamiento, pero también de la carga interna a la respuesta biológica o fisiológica que se tiene a ese estímulo para lograr las adaptaciones adecuadas (Halson, 2014). Por ello se ha planteado que la VFC es una de las herramientas más utilizadas al no ser invasiva y ser de fácil acceso (Buchheit, 2014). Con esta herramienta se puede observar el comportamiento del SNA (Sistema Nervioso Autónomo) a partir de la modulación simpática/parasimpática (Task Force,

1996) y varios autores la han utilizado para observar las adaptaciones al entrenamiento (Plews et al., 2013; Vesterinen et al., 2013). Estas adaptaciones podrían depender del tipo de ejercicio que se realice (Michael, Graham y Davis, 2017).

Los índices de VFC más utilizados es la RMSSD por su facilidad de interpretación (Buchheit, 2014; Schmitt et al., 2015), el pNN50 utilizado como parámetro más orientado a la salud cardiovascular (Task Force, 1996) y recientemente el SS que mide la actividad simpática (Naranjo et al., 2015a). En el caso de los resultados de la presente investigación tanto en el GE como el GC los valores de la toma inicial de rMSSD y pNN50 se encuentran dentro de los rangos para adultos mayores de 60 años en estado sano (Almeida-Santos et al., 2016; Bonnemeier et al., 2003; Umetani et al., 1998; Voss et al., 2015). Sin embargo, los valores de SS resultan muy altos respecto a los valores de referencia planteados por Naranjo y colaboradores (2015b) ya que los sujetos de estudio son atletas de alto rendimiento. Dicha comparación se realiza debido a que no se encontró datos de referencia del SS en adultos mayores, ya que es un índice relativamente nuevo que solo ha tenido aplicación dentro del deporte (Miranda-Mendoza et al., 2020; Nieto-Jimenez et al., 2020; Proietti et al., 2017). Los resultados de SS podrían brindar una perspectiva el comportamiento de este índice en población geriatra, además de que los valores de SD2 utilizados para el cálculo del SS se encuentran dentro de los valores de referencia para esta población. Estos valores se encuentran bajos en cuanto a rMSSD y pNN50, altos en el SS y con mucha variabilidad entre los sujetos estudiados, en comparación con individuos jóvenes, debido principalmente al efecto del envejecimiento, donde se ha reportado que el sistema parasimpático se ve disminuido y el sistema simpático se ve aumentado (Melo et al., 2005; Umetani et al., 1998). Esta explicación podría tener su fundamento por las modificaciones estructurales y funcionales cardiovasculares propias del envejecimiento, como los cambios cronotrópicos dependientes de las modulaciones barorreflejas y vagales (Ferrari, 2002).

Por otro lado, en los cambios en respuesta al entrenamiento en la toma de tres meses, no se observa un cambio en el GE en comparación con el GC, esto se pudo deber posiblemente a que durante este tiempo aún no se han dado las adaptaciones crónicas completas al entrenamiento en cuanto a la remodelación cardiaca y al

funcionamiento periférico que influye en el comportamiento del sistema nervioso autónomo, tal y como se ha mostrado en la literatura (Ferrari, 2002, Gamelin et al., 2007; Gerhart et al., 2017). Sin embargo, en la toma de seis meses ya se observa un aumento de la rMSSD, pNN50 y un descenso del SS en el GE respecto al GC que siguió permaneciendo con los mismos valores. Estos cambios ya se han reportado en la literatura donde se han mostrado estos aumentos de VFC en adultos mayores (Ferreira et al., 2017; Raffin et al., 2019; Rodrigues et al., 2019), sin embargo, con base a la literatura revisada, este es el primer estudio con estas características que evalúa los cambios y adaptaciones de la VFC en adultos mayores. Además, los resultados en la toma de seis meses para el GE coinciden con los valores de adultos mayores físicamente activos (Melo et al., 2005; Pichot et al., 2005). Estos cambios se pueden atribuir a un aumento de la modulación barorrefleja, la estabilización de las respuestas reflejas cardiopulmonares, que a su vez provocaran un aumento en la modulación vagal y descenso de la actividad simpática (Ferrari, 2002; Task Force, 1996).

4.4 Adherencia de la actividad física

Para dar paso al objetivo cuatro de la investigación el cual fue estimar en los adultos mayores de cada grupo de participación la adherencia a la actividad física en relación con las etapas de cambio del modelo Transteórico, antes, durante y posterior a la aplicación del programa de entrenamiento multicomponente, se comienza aceptando las hipótesis número tres y cuatro que establecen que la adherencia a la actividad física en los adultos mayores del grupo experimental presentará una transición desde la etapa de preparación hasta la de mantenimiento durante la participación en el programa y que los adultos mayores del grupo experimental dos permanecerán en la etapa de mantenimiento durante la participación en de la segunda parte del programa multicomponente. Los sujetos del GE a través de los resultados descriptivos de la toma intermedia (mes tres), indican tener al 40% de la muestra en la etapa de acción y el 60% en la de mantenimiento. Una vez finalizado la intervención del programa multicomponente (mes seis), el 100% de los sujetos se colocaron en la etapa de mantenimiento según el cuestionario corto de etapas de cambio para el ejercicio (Zamarripa, Ruiz-Juan y Ruiz-Risueño, 2019).

El GC, por el contrario, durante la primera etapa de los seis meses manifiesta una transición negativa en las etapas, del 92% de la muestra que inició en la etapa de mantenimiento y acción solo quedó el 52%, el restante se posicionó en las etapas anteriores de las cuales no involucra la realización de actividad física. Cabe mencionar que el GC, al pertenecer a una institución de asistencia social, como parte de las actividades que se llevan para la atención al adulto mayor, es llevar sesiones de actividad física, sin embargo, el personal que atiende esta área no está debidamente capacitada para poder cumplir con las demandas que impliquen mejorar diversos aspectos de la salud a través de la actividad física.

La falta de adherencia a los programas de actividad física repercute en los beneficios que se pueden obtener de una intervención según sea el objetivo, por ejemplo, en la búsqueda de mejores respuestas en adultos frágiles sobre índices bioquímicos, parámetros antropométricos y la funcionalidad física (Ferreira et al., 2018), aunado a las características propias del programa, si el adulto no presenta una continuidad e interés, es difícil poder observar resultados significativos. Otros estudios han podido aportar evidencia que sustenta la importancia de que los adultos tengan una adherencia al ejercicio para poder obtener resultados óptimos (Evangelista, Hamilton, Fonarow, y Dracup, 2010; Imayama et al., 2013) Ante estas circunstancias se puede entender el hecho de que además de haber tenido la pérdida de adherencia al ejercicio en el transcurso de seis meses, los beneficios a nivel fisiológico no se pudieran apreciar para el GC.

El éxito que se atribuye a los resultados del GE es que la adherencia al programa pudo ser posible por las consideraciones que se tomaron al momento del diseño y prescripción del programa de entrenamiento multicomponente. Estos miramientos fueron tomados de las únicas dos revisiones sistemáticas que hacen hincapié en la adherencia a la actividad física en adultos mayores, las cuales concluyen que factores fundamentales para la adhesión a la actividad física está la perspectiva que el AM tiene en la intervención, es decir, el apoyo social que recibe, beneficios de salud percibidos, los costos a los programas, la ubicación y el tipo de contenido, además de incluir como factor imprescindible la actitud del instructor, del cual depende la creación de un ambiente amigable para poder fomentar la cohesión

social. Así también, están las características que describen el programa, como lo es el tipo de actividades y la carga de trabajo (intensidad y frecuencia), por último detalles como la hora del día, la homogeneidad y características de los participantes se consideran fundamentales para la adhesión (Farrance, Tsofliou, y Clark, 2016; Lacy-Vawdon et al., 2018) Los casos que se descartaron durante los primeros seis meses, fueron por cuestiones de salud, considerándose factores fuera del contexto de la intervención.

Farrance, Tsofliou, y Clark, 2016, concluyen que, pese a la complejidad de las características personales, motivacionales, la forma de interacción y hasta el proceso de toma de decisiones, mientras el programa de entrenamiento o actividad física que el adulto lleve y cumpla con algunos de los elementos anteriormente mencionados, se puede asegurar de una óptima adherencia.

Finalmente, es importante destacar, que hasta el momento según la literatura revisada, se ha podido observar que el método o estrategia para poder estimar la adherencia a los diferentes tipos de programas de actividad física con sus diversos objetivos, es a través de la toma de asistencia, porcentaje de sesiones cumplidas, entrevista a grupos focales, tiempo completado y la evolución o mejoras presentadas en los tiempos que estiman como intervención (Ansai, Aurichio, Gonçalves y Rebelatto, 2016; Coelho-Júnior, 2018; Ferreira et al., 2018), incluso solo se ha estimado a través de cuestionarios no validados (Aree-Ue, Saraboon, y Belza, 2017).

A través de una revisión sistemática y metaanálisis Osho, Owoeye y Armijo-Olivo, (2018), argumentan que de los veinte estudios llevados a cabo en distintos países del mundo (Australia, Canadá, Francia, Finlandia, Japón, Holanda, Suiza, Turquía, Estados Unidos y Reino Unido) fueron muchas las inconsistencias en la forma de estimar la adherencia. La necesidad de implementar herramientas más específicas para la estimación de la adhesión recae en la importancia de poder evaluar los diferentes factores que contribuyen a que un programa de ejercicio sea exitoso según el contexto donde se evalúa. Actualmente, no se ha encontrado algún instrumento válido para la estimación de la adherencia en la tercera edad, sin embargo, lo más acercado a esto está el cuestionario corto de etapas de cambio para el ejercicio (CEC-E) de Zamarripa, Ruiz-Juan y Ruiz-Risueño, (2019) hecho en adolescentes mexicanos,

quienes al proponer este material, permite tener un mejor acercamiento a la forma de responder a un programa de actividad física, de tal manera que al contar con herramientas solidas permite diseñar las intervenciones dirigidas a promover la adherencia, que es como ya se mencionó anteriormente, un pilar fundamental para ver resultados en las diferentes área de la salud.

4.5 Efecto residual del entrenamiento

En el siguiente apartado, se aborda la discusión del último objetivo del estudio el cual fue evaluar el efecto residual del programa de entrenamiento multicomponente a los 7, 9 y 12 meses en los componentes de la condición física y la carga interna del entrenamiento en los adultos mayores del grupo experimental uno.

4.5.1 Componentes de la condición física.

Después de haber concluido la segunda etapa del programa, cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento de los diversos componentes de la condición física durante un periodo de seis meses de inactividad, se puede observar que en el componente morfológico las variables de peso, talla e IMC no tienen un cambio significativo en la comparación del G1 (grupo residual/ sin actividad física) y G2 (grupo adherencia/ actividad física). Al igual que en anteriores resultados sobre estas variables, pese a que el ejercicio físico puede generar cambios por sí solo, se sigue proponiendo que la alimentación es la que juega un papel crucial para poder obtener cambios significativos en poco tiempo.

Respecto a los parámetros de DMO, los resultados de pelvis presentan una diferencia significativa entre grupos donde se puede apreciar que es el G2 quien manifiesta la mejora en las tres evaluaciones, así también para la DMO total, aunque solo fue en las últimas dos tomas. Esta mejoría se justifica por la razón de que el G2 se mantuvo realizando ejercicio por un lapso de un año, estos resultados son respaldados con una resiente investigación (Daly et al., 2020) que al igual que el presente estudio, a través de un programa multicomponente de 12 meses resultó benéfico para la DMO de la columna lumbar y el de cuello de fémur, ambas intervenciones manejaron en la prescripción del ejercicio intensidades de moderadas a vigorosas según la escala de percepción de Borg (1982).

La revisión sistemática y metaanálisis por Marques, Mota y Carvalho, (2011) y un estudio de seguimiento de 3.5 años por Heinonen et al. (2012) concluyen que el ejercicio aeróbico es efectivo para contrarrestar las pérdidas de la DMO y los ejercicios de fuerza de alta intensidad favorecen a la preservación y mejora de esta. El beneficio que el ejercicio otorga a la DMO es posible adjudicárselo a la activación de osteocitos que se dan cuando la carga mecánica crea una tensión que genera alteración entre la resorción y formación ósea (Hsieh et al., 2001).

Por otro lado, las comparaciones realizadas entre los sujetos de participación permiten observar que el grupo que se mantuvo inactivo (G1) presenta cambios significativos en la DMO de la columna (mes 12), lumbar 1-4 (mes 9) y masa magra total (mes 12), esto significa que en el lapso de nueve y doce meses las ganancias obtenidas en estas variables se pierden de manera considerable. Aunque no se ha encontrado evidencia que aporte cifras en tiempos estimados para la pérdidas de ganancias en parámetros de DMO, algunos estudios (Daly et al., 2005; Kemmler et al., 2012) mencionan que es posible mantener los beneficios con un entrenamiento de baja dosis y frecuencia, otros mencionan que sujetos con un historial de actividad física pueden mantener beneficios hasta por décadas en edades de adultez temprana, y en mujeres premenopáusicas pueden tener un cambio significativo en aproximadamente 3.5 años después de dejar el ejercicio físico (Heinonen et al., 2012).

La capacidad física de flexibilidad expone dos cosas importantes, como primer punto los adultos inactivos (G1) no manifiestan pérdidas significativas durante seis meses de receso, esto quizá pueda ser explicado porque la intervención física además de incluir en la fase de vuelta a la calma el estiramiento estático, los adultos tuvieron dentro de la parte medular un apartado exclusivo de estiramiento dinámico.

Por otro lado, el G2 ya no presenta una mejora en la flexibilidad en los restantes seis meses, por lo que se entiende que la carga de trabajo ya no fue suficiente para producir cambios significativos. Aunque es casi nula la información que aporte sobre temporalidad para esta capacidad, Toraman y Ayceman, (2005) mencionan que después de una intervención física de nueve semanas, la flexibilidad del tren inferior se ve afectada a las dos y cuatro semanas de desentrenamiento.

Al igual que la flexibilidad, el componente muscular manifiesta un comportamiento similar al no presentar diferencias significativas entre grupos. Sin embargo, lo relevante recae en que los cambios significativos ($p < .05$) son notorios en las comparaciones entre sujetos de cada grupo, por ejemplo, tanto el G1 como el G2, presentan una pérdida de fuerza en el tren inferior al mes 12, lo que indica que, en una fase de desentrenamiento de seis meses, es posible apreciar la pérdida de fuerza muscular del tren inferior. El tren superior, no presenta una pérdida significativa, por lo que aun con este tiempo, la fuerza en brazo todavía es constante. La capacidad de fuerza muscular es la que más evidencia tiene al respecto de la estimación de pérdida en cuando al desentrenamiento (Esain, Gil, Bidaurrazaga-Letona, y Rodriguez-Larrad, 2019; Letieri, Teixeira, Furtado, Lamboglia, Rees y Gomes Letieri, 2018; Chen, Wu, Chen, Ho y Chung, 2018; Van et al., 2017; Oliveira et al., 2017; Padilha et al., 2015; Zech et al., 2012; Lovell, Cuneo y Gass., 2010; Lovell, Cuneo, Wallace y McLellan , 2012; Kalapotharakos, Diamantopoulos y Tokmakidis, 2010; Bocalini, Serra, Rica y Santos, 2010), estos estudios utilizaron un lapso de tiempo de tres a ocho meses para la aplicación de la intervención y de uno a tres meses para medir el efecto del desentrenamiento sobre la capacidad. Pese a tener basta información, los resultados no permiten llegar a un consenso pues la durabilidad y el género son factores que se atribuyen a la respuesta de la pérdida, sin embargo, de manera general se puede concluir que, en su mayoría por el corto tiempo de ejercicio realizado, las pérdidas de fuerza muscular se pudieron estimar entre uno a dos meses posterior al ejercicio.

El componente cardiorrespiratorio medido a través de la presión arterial y la prueba del SFT, no muestran cambios significativos en la comparación de grupos en la etapa del efecto residual. La comparación entre sujetos expone como los participantes del G1 tienen un cambio significativo en la toma final respecto a la toma intermedia, por lo que esto concluye que la capacidad resistencia se ve comprometida de manera importante seis meses después de estar inactivos. El G2 por su parte, mantuvo valores constantes, y aunque presenta una disminución resulta no ser significativa, esto se pudo suscitar debido a que probablemente la intensidad con la que se trabajó ya no fue lo suficiente para generar un cambio significativo.

Pese a que se cuenta con poca evidencia que aborde estimaciones de efecto residual sobre esta capacidad, el estudio más acercado a la metodología de la presente investigación fue elaborada por Carvalho y Marques, (2009) quienes, a través de un programa de entrenamiento multicomponente de cuatro meses, midieron el desentrenamiento en resistencia y mostraron que esta capacidad no se ve afectada después de tres meses de inactividad física. Otro estudio que midió el comportamiento de la resistencia posterior a ocho meses de ejercicio físico también reportó que un periodo de tres meses de inactividad no compromete a un cambio significativo para esta capacidad (Esain et al., 2019).

La capacidad de resistencia se ha medido objetivamente a través de pruebas de estimación del VO2 max o el VO2 pico (Boo, Joo, Lee, Kim, Yu y Kim, 2019; Ladawan et al., 2017; Yeh, Huang, Chang, Chen y Hsu, 2018), sin embargo, no se ha encontrado en la literatura, información que pueda aportar sobre el comportamiento de la resistencia a través de la medición de estas pruebas.

Los parámetros del perfil lipídico y glucosa pese a no haber demostrado una mejora durante la intervención física, en la etapa del efecto residual, se puede apreciar una diferencia significativa entre grupos en los parámetros de triglicéridos y glucosa en la toma de nueve meses y al año, donde el G2 (físicamente activo) presenta los valores más bajos. Las comparaciones entre sujetos de cada grupo, sustenta los resultados anteriores al exponer el cambio significativo para los sujetos del G1 por presentar un aumento de sus valores, y aunque la glucosa aumenta en la última evaluación (mes 12), los resultados están dentro de los rangos normales.

El grupo que se mantuvo activo (G2) durante la segunda etapa del programa, no demuestra mejoras en los parámetros de las tres variables y este resultado se sigue sustentando en la falta de una atención nutricia lo cual ya fue mencionado anteriormente. Los aumentos que presentó el grupo inactivo (G1), muestra que la glucosa puede sufrir cambios significativos en un aumento posterior a seis meses de inactividad, mientras que los parámetros de triglicéridos pueden verse significativamente aumentados en el transcurso de tres meses de inactividad física.

La evidencia hasta el momento encontrada respecto a estas variables sigue siendo muy escasa, sin embargo, lo encontrado hasta el momento ha reportado que,

en intervenciones con duración de cuatro meses en adultos del género masculino, los efectos positivos del ejercicio físico con modalidad combinada (fuerza y resistencia) mantiene los beneficios hasta dos meses de inactividad física en parámetros de triglicéridos y colesterol (Theodorou et al., 2016).

4.5.2 Variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Según la literatura revisada, se ha mencionado que durante una fase de efecto residual pueden verse comprometidas varias pérdidas fisiológicas que se dan por la adaptación al entrenamiento, y esto puede manifestarse a largo, medio o corto plazo, dependiendo de una adaptación crónica o aguda (Issurin, 2012). Entre estos efectos residuales se ha descrito al SNA medido por medio de la VFC (Gamelin et al., 2007; Heffernan et al., 2007; Sugawara et al., 2001), sin embargo, solo se ha encontrado un estudio de adultos con insuficiencia cardiaca crónica de entre 47 a 71 años que relaciona el efecto residual de las adaptaciones de VFC (Adamopoulos et al., 1995). Hasta el momento no se ha encontrado evidencia de estos efectos en adultos mayores sanos, después de una adaptación a un entrenamiento multicomponente, por lo que se plantea la idea de que este es el primer estudio en evaluar a corto y medio plazo el efecto residual en adultos mayores.

En cuanto a los resultados del presente estudio, se muestra que los valores de rMSSD y pNN50 se sitúan dentro de los valores descritos en la literatura para adultos mayores activos (Melo et al., 2005; Pichot et al., 2005). Hasta el momento no se ha encontrado evidencia sobre los valores de SS en adultos mayores activos, sin embargo, fueron considerados bajos, al hacer la comparación con valores basales y finales del índice SD2 en adultos mayores sanos (Voss et al., 2015), al realizar el protocolo propuesto por Naranjo y colaboradores (2015a) para transformar los datos de referencia de SD2, arrojó índices de SS mucho mayores. De esta forma, en los resultados obtenidos se puede mostrar que en el G2 a los 7, 9 y 12 meses ya no presentó aumentos en la VFC y se mantuvieron constantes, tal como se ha reportado anteriormente, sin tener como factor influyente la carga de entrenamiento (Iwasaki et al., 2003).

Sin embargo, se puede observar que tan solo después de tres meses del cese del entrenamiento, el G1 tiene un descenso marcado, aunque no significativo en los índices de rMSSD y pNN50, en comparación con el G2 tal como se ha reportado en algunos estudios con personas jóvenes sanas (Gamelin et al., 2007; Heffernan et al., 2007; Sugawara et al., 2001). Esto posiblemente se deba al periodo de tiempo de entrenamiento, considerándolo como una carga de entrenamiento aguda y no crónica para lograr adaptaciones de manera más permanente (Gamelin et al., 2007). Esto mismo ocurre para el mes nueve y doce donde el G1 se mantuvo estable con la misma pérdida de rMSSD, tal como se ha descrito anteriormente (Gamelin et al., 2007). Sin embargo, el índice pNN50 sigue descendiendo en el G1, a diferencia del G2 que aumenta un poco más, mientras que el SS se mantiene estable sin ninguna modificación en ambos grupos. Esto se debe posiblemente al cambio del equilibrio del control autónomo, donde a pesar de las adaptaciones agudas logradas por el ejercicio, el sistema simpático comienza nuevamente a tener predominio sobre la modulación vagal tal como ya se ha reportado (Pichot et al., 2002).

Con todo lo anteriormente mencionado, se puede observar en los resultados que la adaptabilidad de las ramas simpática y parasimpática del SNA, no tiene el mismo patrón de comportamiento en respuesta a un efecto residual del entrenamiento. Este efecto se reportó en un estudio realizado con niños obesos (Gutin et al., 2000) que, aunque es difícil llegar hacer una comparación, se muestra que el efecto puede ser muy similar.

Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones del estudio fueron las relacionadas con los recursos de infraestructura y horarios del centro en el que se llevó a cabo la intervención ya que se requiere de mayor control climático en el interior de las instalaciones debido las altas temperaturas que se presentan en la ciudad durante los meses de verano y a las bajas temperaturas en los meses de invierno. Asimismo, el aula asignada al estudio se empleó en diversas ocasiones para llevar a cabo reuniones u otras actividades, además se encontraba compartida con otro grupo de adultos con

actividad física lo que complicó en ocasiones cumplir con el tiempo y el desarrollo adecuado de las sesiones.

Se recomienda para futuras investigaciones, seccionar los grupos de participación por rango de edad, según las clasificaciones que se establecen para este grupo etario y poder actuar con mayor efectividad ante el declive que se da por el proceso de envejecimiento.

Nuevas líneas de investigación

Las tendencias de los programas de entrenamiento para adultos mayores se están encaminando hacia programas multicomponente pero que incluyan todas las esferas del componente de salud del ser humano, es decir, aspectos físicos, psicológicos y sociales, recomendando control de la dieta y actividades para fortalecer la salud mental y cognitiva. Además, es muy importante adaptar los programas al contexto cultural, personal y social de la región y de los participantes lo que puede ayudar a una mejor adherencia.

Nuevas oportunidades de investigación se pueden obtener de la medición del efecto residual, ya que la poca evidencia que hasta el momento se tiene sobre la temporalidad de duración de las diversas adaptaciones fisiológicas que el ejercicio puede aportar en la salud del adulto mayor, cuya finalidad radica en poder establecer tiempos más acertados para la prescripción y reincorporación al ejercicio físico, lo que permite seguir dando avances y mejoras en la funcional del adulto mayor.

Finalmente, en la actualidad sigue siendo poco apreciada la importancia de la adherencia a la actividad física, basta información incluye como parte de mediciones la adherencia, sin embargo, no se especifica si esta es propia al modelo o programa de intervención o a la actividad física como tal. Los métodos de evaluación son basados en su mayoría al conteo de asistencia y porcentajes de cumplimiento, por lo que se dejan de lado diversos factores influyentes para propiciar a una adherencia efectiva. De tal manera, que hace falta indagar en la búsqueda y creación de herramientas con fiabilidad y validez en población de la tercera edad que permita poder incluir todos los elementos que favorecen a una eficaz adherencia, pues como se ha podido demostrar, es una variable de la cual puede depender el éxito de una intervención física.

Conclusiones

Los factores sociodemográficos y clínicos juegan un papel importante dentro de la selección de la muestra, puesto que dado a las distintas características que presentan cada uno de los sujetos, pueden ser considerados como elementos que pueden favorecer o perjudicar los resultados de una investigación. Considerar estos elementos permiten tener un acercamiento al estado actual de la población estudio, lo que permite obtener un conocimiento de las precauciones y acciones a tomar, además de proporcionar elementos claves para el diseño e implementación de una intervención. Cabe mencionar que la diversidad en las características que se presenta en la población adulta mayor genera cada vez mayores retos para poder homogeneizar las muestras, por lo que la necesidad de crear material instrumentaría y estrategias para brindar una mejor atención, es ahora una necesidad latente para la obtención de resultados más precisos.

Los resultados que se obtuvieron por parte de la intervención del programa de entrenamiento multicomponente en la condición física, se concluye que en el componente morfológico, el ejercicio puede manifestar cambios, sin embargo en su mayoría no significativos en diversas variables de la composición corporal (peso, talla, IMC, masa grasa, entre otros) y densidad mineral ósea (columna, lumbar y fémur), pese a tratarse de programas de larga duración, dado a que la intervención nutricia es fundamental para poder expresar cambios que se puedan apreciar de manera significativa. Misma conclusión se le adjudica al componente metabólico, ya que se pudo comprobar que, pese a la estructura y diseño del programa, las fluctuaciones de los parámetros pudieron variar a lo largo de la intervención, de tal manera que el llevar un control de la alimentación puede ser un elemento clave para mantener los valores estables y dentro de la zona de normalidad.

Sin embargo, la flexibilidad como parte de este componente morfológico, a través de un entrenamiento de ejercicios de estiramientos dinámicos y estáticos, aplicados en este orden y estos últimos con duración de 30 seg. por segmento corporal, con una secuencia de tres veces por semana, resulta ser efectivo para mejorar esta capacidad con cambios significativos a partir de los primeros tres meses de entrenamiento.

Para el componente muscular, el entrenamiento de fuerza con una secuencia de dos veces por semana con intensidades moderadas a intensas 20 minutos de cada sesión, es benéfico para la obtención de resultados significativos desde los primeros tres meses de entrenamiento tanto para el tren superior como inferior en adultos mayores que han comenzado con un nivel de actividad física bajo.

Se concluye para el componente cardiorrespiratorio que el entrenamiento de modalidad multicomponente con sesiones de 20 minutos tres veces por semana con una combinación de ejercicios de baile y ejercicios funcionales tiene resultados beneficios para la capacidad de resistencia aeróbica y de los cuales estos cambios se pueden observar a partir de los primeros tres meses de entrenamiento en la población de la tercera edad.

Los efectos que el programa de entrenamiento multicomponente tuvo sobre el SNA medido a través de la VFC, resultaron ser positivos al mostrar como el ejercicio es benéfico para el aumento de la actividad parasimpática y la disminución de la actividad simpática en esta población, lo que puede indicar una mejor adaptabilidad en el funcionamiento que ejerce el SNA sobre el control cardiaco.

Cabe mencionar, que siguen siendo pocos estudios que establezcan parámetros para la medición de la actividad simpática medido a través de la VFC en adultos mayores, siendo esto de gran importancia dado a que esto podría brindar información adicional la cual se puede relacionar posiblemente con factores de riesgo cardiovascular.

Por lo tanto, el programa de entrenamiento multicomponente produce cambios significativos posterior a los seis meses de ejercicio físico sobre la actividad simpática y parasimpática. Estos resultados probablemente se obtuvieron por cuestiones metodológicas como la periodicidad con la que se hicieron las evaluaciones y la cantidad de sesiones que se dieron por semana, dado a que, si estas cuestiones hubieran sido más frecuentes, los resultados se habrían apreciado quizá en menor tiempo.

Diversas investigaciones han mencionado la utilización de la adherencia a la actividad física como parte de una variable control o principal elemento a evaluar, sin embargo, la mayoría de los elementos utilizados para la estimación de está, se ha

basado en el control de asistencias y evolución y/o mejora de los resultados. La utilización de herramientas y/o instrumentos de evaluación que se centran en la medición de la adherencia como el propuesto en la presente investigación “cuestionario corto de etapas de cambio para el ejercicio (CEC-E)”, son imprescindibles pues permiten obtener información más acertada de la efectividad de un programa de actividad física.

Para las personas de la tercera edad, los cambios de estilos de vida y el aumento de las enfermedades crónicas, ha impuesto retos para el sector salud y programas enfocados a promover el envejecimiento saludable. Por lo tanto, sigue la necesidad latente de realizar más estudios que permitan dilucidar aquellas estrategias o atributos necesarios en cuanto a diseño y estructuras de los programas, así como las características propias de los líderes que permitan tener un mayor alcance y compromiso de esta población hacia la actividad física. No obstante, el programa de entrenamiento multicomponente propuesto en la presente investigación parece mostrar la efectividad que tiene para generar en el adulto mayor sano una adherencia al estilo de vida activo fomentado por la actividad física.

Finalmente, se concluye que la estimación del efecto residual sobre el tiempo de duración de los beneficios que se obtienen a nivel fisiológico es aún un tema reciente y de novedad, dado a que en el adulto mayor siguen siendo pocas las investigaciones que puedan otorgar un referente de temporalidad.

El programa de entrenamiento multicomponente parece ser efectivo para que los beneficios que se obtuvieron en la mayoría de las variables de los distintos componentes de la condición física y la VFC en adultos mayores se preserven hasta seis meses de inactividad física, entre dos y tres meses más a lo que la literatura menciona. Variables como fuerza muscular, DMO y resistencia aeróbica, presentan pérdidas significativas a los seis meses de no hacer ejercicio físico.

Obtener datos de un efecto residual sobre la temporalidad, permiten diseñar programas con tiempos más exactos para evitar la pérdida de los beneficios y el mantenimiento funcional del adulto mayor. Un programa de entrenamiento con estructura multicomponente parece ser efectivo para mejorar aspectos de la condición física, variables fisiológicas y una adecuada adherencia a la actividad física.

Referencias Bibliográficas

Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S. P. y Kjær, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 20*(1), 49-64.

Abrahin, O., Rodrigues, R. P., Nascimento, V. C., Da Silva-Grigoletto, M. E., Sousa, E. C. y Marçal, A. C. (2014). Single-and multiple-set resistance training improves skeletal and respiratory muscle strength in elderly women. *Clinical interventions in aging, 9*, 1775-1778.

Abramson, L.Y., Seligman, M.E. y Teasdale, J.D. (1978). Learned helplessness in humans: Critique and reformulation. Journal of Abnormal Psychology, 87(1), 49-74.

Adamopoulos, S., Ponikowski, P., Cerquetani, E., Piepoli, M., Rosano, G., Sleight, P., & Coats, A. J. S. (1995). Circadian pattern of heart rate variability in chronic heart failure patients Effects of physical training. *European Heart Journal, 16*(10), 1380-1386.

Aguilar, A. J., DiStefano, L. J., Brown, C. N., Herman, D. C., Guskiewicz, K. M., y Padua, D. A. (2012). A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(4), 1130-1141.

Al Snih, S., Ottenbacher, K. J., Markides, K. S., Kuo, Y. F., Eschbach, K., y Goodwin, J. S. (2007). The effect of obesity on disability vs mortality in older Americans. *Archives of Internal Medicine, 167*(8), 774-780.

Albinet, C. T., Boucard, G., Bouquet, C. A., y Audiffren, M. (2010). Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. *European Journal of Applied Physiology, 109*(4), 617-624.

Almeida-Santos, M. A., Barreto-Filho, J. A., Oliveira, J. L. M., Reis, F. P., da Cunha Oliveira, C. C., y Sousa, A. C. S. (2016). Aging, heart rate variability and patterns of autonomic regulation of the heart. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 100*(63), 1-8.

Álvarez, L., Cuevas, R., Lara, A. y González-Hernández, J. (2015). Diferencias del autoconcepto físico en practicantes y no practicantes de actividad física en estudiantes universitarios. *Cuadernos de Psicología del Deporte, 15*(2), 27-34.

American College of Sports Medicine. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine Science Sports Exercise*, *41*(7), 1510–1530.

Andersen, J. L. (2011). Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *13*(1), 40-47.

Ansai, J. H. y Rebelatto, J. R. (2015). Effect of two physical exercise protocols on cognition and depressive symptoms in oldest-old people: A randomized controlled trial. *Geriatrics & Gerontology International, 15*(9), 1127-1134.

Ansai, J. H., Aurichio, T. R., Gonçalves, R. y Rebelatto, J. R. (2016). Effects of two physical exercise protocols on physical performance related to falls in the oldest old: A randomized controlled trial. *Geriatrics & Gerontology International*. *16*(4), 492-499.

Antelmi, I., De Paula, R. S., Shinzato, A. R., Peres, C. A., Mansur, A. J., y Grupi, C. J. (2004). Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. *American Journal of Cardiology, 93*(3), 381-385.

Aoki, Y., Yoon, S. S., Chong, Y., y Carroll, M. D. (2014). Hypertension, abnormal cholesterol, and high body mass index among non-Hispanic Asian adults: United States, 2011-2012. *NCHS Data Brief, 140*, 1-8.

Aree-Ue, S., Saraboon, Y., y Belza, B. (2017). Long-Term Adherence and Effectiveness of a Multicomponent Intervention for Community-Dwelling Overweight Thai Older Adults with Knee Osteoarthritis: 1-Year Follow Up. *Journal of Gerontological Nursing*, *43*(4), 40-48.

Arvandi, M., Strasser, B., Meisinger, C., Volaklis, K., Gothe, R. M., Siebert, U., ... y Peters, A. Gender differences in the association between grip strength and mortality in older adults: results from the KORA-age study. BMC Geriatrics,*16*(1), 1-8.

Ayoung-Chee, P., McIntyre, L., Ebel, B. E., Mack, C. D., McCormick, W., y Maier, R. V. (2014). Long-term outcomes of ground-level falls in the elderly. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 76*(2), 498-503.

Balboa-Castillo, T., Guallar-Castillón, P., León-Muñoz, L. M., Graciani, A., López-García, E. y Rodríguez-Artalejo, F. (2011). Physical activity and mortality related to obesity and functional status in older adults in Spain. *American Journal of Preventive Medicine, 40*(1), 39-46.

Barbosa, A. R., Souza, J. M., Lebrão, M. L., Laurenti, R. y Marucci, M. D. F. N. (2005). Functional limitations of Brazilian elderly by age and gender differences: data from SABE Survey. *Cadernos de Saúde Pública, 21*(4), 1177-1185.

Barengo, N. C., Antikainen, R., Borodulin, K., Harald, K., y Jousilahti, P. (2017). Leisure-time physical activity reduces total and cardiovascular mortality and cardiovascular disease incidence in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *65*(3), 504-510.

Barrera Sotolongo, J., y Osorio León, S. (2007). Envejecimiento y nutrición. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, *26*(1).

Batelaan, N. M., Seldenrijk, A., Bot, M., Van Balkom, A. J. y Penninx, B. W. (2016). Anxiety and new onset of cardiovascular disease: critical review and meta-analysis. The British Journal of Psychiatry, 208(3), 223-231.

Batista, F. S., Gomes, G. A. D. O., D'Elboux, M. J., Cintra, F. A., Neri, A. L., Guariento, M. E., ... y Souza, M. D. L. R. D. (2014). Relationship between lower-limb muscle strength and functional independence among elderly people according to frailty criteria: a cross-sectional study. *Sao Paulo Medical Journal, 132*(5), 282-289.

Battaglia, G., Bellafiore, M., Alesi, M., Paoli, A., Bianco, A. y Palma, A. (2016). Effects of an adapted physical activity program on psychophysical health in elderly women. Clinical Interventions in Aging, 11, 1009-1015.

Battaglia, G., Bellafiore, M., Caramazza, G., Paoli, A., Bianco, A., y Palma, A. (2014). Changes in spinal range of motion after a flexibility training program in elderly women.*Clinical interventions in aging*,*9*, 653.

Bauman, A., Merom, D., Bull, F. C., Buchner, D. M., y Fiatarone Singh, M. A. (2016). Updating the Evidence for Physical Activity: Summative Reviews of the Epidemiological Evidence, Prevalence, and Interventions to Promote "Active Aging". *The Gerontologist, 56* (2), 268-280.

Baxter, A. J., Vos, T., Scott, K. M., Ferrari, A. J., y Whiteford, H. A. (2014). The global burden of anxiety disorders in 2010. *Psychological Medicine*, *44*(11), 2363-2374.

Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., y Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *56*(6), 893.

Beck, A. T., y Steer, R. A. (1991). Relationship between the Beck anxiety inventory and the Hamilton anxiety rating scale with anxious outpatients. *Journal of Anxiety Disorders*, *5*(3), 213-223.

Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., y McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *41*(1), 1-11.

Bellafiore, M., Paoli, A., Bianco, A., y Palma, A. (2014). Changes in spinal range of motion after a flexibility training program in elderly women. *Clinical Interventions in Aging, 9*, 653-660.

Bemben, D. A., y Bemben, M. G. (2000). Effects of Resistance Exercise and Body Mass Index on Lipoprotein-Lipid Patterns of Postmenopausal Women. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 14*(1), 80-85.

Bergland, A., Thorsen, K., y Loland, N. W. (2010). The relationship between coping, self-esteem and health on outdoor walking ability among older adults in Norway. *Ageing & Society, 30*(6), 949-963.

Bhamani, M. A., Khan, M. M., Karim, M. S., y Mir, M. U. (2015). Depression and its association with functional status and physical activity in the elderly in Karachi, Pakistan. *Asian Journal of Psychiatry, 14*, 46-51.

Bjornebekk, A., Mathé, A. A., y Brené, S. (2005). The antidepressant effect of running is associated with increased hippocampal cell proliferation. *International Journal of Neuropsychopharmacology, 8*(3), 357-368.

Blaha, M. J., Hung, R. K., Dardari, Z., Feldman, D. I., Whelton, S. P., Nasir, K., ... y Al-Mallah, M. H. (2016). Age-dependent prognostic value of exercise capacity and derivation of fitness-associated biologic age. *Heart, heartjnl 102* 409-410.

Blázquez, M. J. (2015). *La actividad física con caballos como medio terapéutico para mejorar la capacidad funcional y la calidad de vida de las personas de la tercera edad y de las afectadas por el síndrome de fibromialgia: el método centauro como programa formativo de intervención* (Tesis doctoral). Recuperada de http://www.tdx.cesca.cat/handle/10803/297703?show=full

Bocalini, D. S., Serra, A. J., Rica, R. L., y Santos, L. D. (2010). Repercussions of training and detraining by water-based exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women. *Clinics, 65*(12), 1305-1309.

Bompa, T. (2007). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento* (2ª ed.). Barcelona: Editorial Hispano Europea.

Bompa, T. O. (2009). *Periodización del entrenamiento deportivo* (3ª ed.). Editorial Paidotribo.

Bonnemeier, H., Wiegand, U. K., Brandes, A., Kluge, N., Katus, H. A., Richardt, G., & Potratz, J. (2003). Circadian profile of cardiac autonomic nervous modulation in healthy subjects: differing effects of aging and gender on heart rate variability. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology, 14*(8), 791-799.

Boo, S. H., Joo, M. C., Lee, J. M., Kim, S. C., Yu, Y. M., y Kim, M. S. (2019). Association between skeletal muscle mass and cardiorespiratory fitness in community-dwelling elderly men. *Aging clinical and Experimental Research*, *31*(1), 49-57.

Borden, J. W., Peterson, D. R., y Jackson, E. A. (1991). The Beck Anxiety Inventory in nonclinical samples: Initial psychometric properties. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, *13*(4), 345-356.

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medecine and Science in Sports and Exercice*, *14*(5), 377-381.

Borowicz, A., Zasadzka, E., Gaczkowska, A., Gawłowska, O., y Pawlaczyk, M. (2016). Assessing gait and balance impairment in elderly residents of nursing homes. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(9), 2486-2490.

Bouaziz, W., Lang, P. O., Schmitt, E., Kaltenbach, G., Geny, B., y Vogel, T. (2016). Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. *International journal of clinical practice*, *70*(7), 520-536.

Bouchard, C., y Shepard, T. (1993). Physical activity, fitness and health the model and key concepts In C Bouchard, R Shephard & T Stephens (Eds.), Physical activity, fitness and health. *Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers*.

Brandes, M. (2012). Körperliche Aktivität oder Fitness: Was ist wichtiger für die Gesundheit?.Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz, *55*(1), 96-101.

Brink, M. S., Nederhof, E., Visscher, C., Schmikli, S. L., y Lemmink, K. A. (2010). Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 24*(3), 597-603.

Brooks-Wilson, A. R. (2013). Genetics of healthy aging and longevity. *Human genetics*, *132*(12), 1323-1338.

Brown, L., Karmakar, C., Grey, R., Jindal, R., Lim, T., y Bryant, C. (2018). Heart rate variability alterations in late life depression: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, *235*(2018), 456-466.

Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?. *Frontiers in Physiology, 5,* 73, 1-19.

Buchheit, M., Papelier, Y., Laursen, P. B., y Ahmaidi, S. (2007). Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability?. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology, 293*(1), H8-H10.

Bureau of Labor Statistics. (2016). *U.S. Time Use Survey - 2015 Results*. Washington, USA: U.S. Department of Labor. Obtenido de http://www.bls.gov/news.release/pdf/atus.pdf

Burns, N. y Grove, S. K (2004). *Investigación en enfermería*. Barcelona, España: ELSEVIER SAUNDERS

Burt, L. A., Billington, E. O., Rose, M. S., Raymond, D. A., Hanley, D. A., y Boyd, S. K. (2019). Effect of high-dose vitamin D supplementation on volumetric bone density and bone strength: a randomized clinical trial. *Jama*, *322*(8), 736-745.

Caamaño-Navarrete, F., Barría, M. C., y Floody, P. D. (2015). Efectos terapéuticos del ejercicio con sobrecarga en el perfil lipídico de adultos sedentarios. *Revista de la Facultad de Medicina*, *63*(4), 617-623.

Cabrera, A., y Gustavo, A. (2000). El modelo transteórico del comportamiento en salud. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 18*(2).

Cadore, E. L., Casas-Herrero, A., Zambom-Ferraresi, F., Idoate, F., Millor, N., Gómez, M., ... y Izquierdo, M. (2014). Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age, 36*(2), 773-785.

Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., y Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Research*, *16*(2), 105-114.

Canadian Fitness y Lifestyle Research Institute. (2010). *Bulletin 8: Sport Participation Rates of Canadian Adults*. Ottawa, Canada: Canadian Fitness & Lifestyle Research Institute.

Cancela, J. M., Rodrigues, L. P., y Bezerra, P. (2020). The Long-Term Benefits of a Multicomponent Physical Activity Program to Body Composition, Muscle Strength, Cardiorespiratory Capacity, and Bone Mineral Density in a Group of Nonagenarians. *Rejuvenation Research*. (In press).

Canto Pech, H. G., y Castro Rena, E. K. (2004). Depresión, autoestima y ansiedad en la tercera edad: un estudio comparativo. *Enseñanza e investigación en psicología*, *9*(2).

Cárdenas, C., González, C., y Lara, H. (2012). Numeralia de los adultos mayores en México. Instituto Nacional de Geriatría. Recuperado de: http://www. geriatria. salud.gob.mx/descargas/doctos_institucionales/numeralia_envejecimiento_2012. pdf.

Carneiro, N. H., Ribeiro, A. S., Nascimento, M. A., Gobbo, L. A., Schoenfeld, B. J., Júnior, A. A., ... y Cyrino, E. S. (2015). Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. *Clinical interventions in aging*, *10*, 531.

Carvalho de Menezes, M., Bragunci Bedeschi, L., dos Santos, L. C., y Souza Lopes, A. C. (2016). Interventions directed at eating habits and physical activity using the Transtheoretical Model: a systematic review. *Nutricion Hospitalaria, 33*(5).

Chapman, D. P., y Perry, G. S. (2008). Depression as a major component of public health for older adults. *Prev Chronic Dis, 5*(1), A22.

Chatzopoulos, D., Galazoulas, C., Patikas, D., y Kotzamanidis, C. (2014). Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of Sports Science & Medicine*, *13*(2), 403.

Chavarría Sepúlveda, P., Barrón Pavón, V., y Rodríguez Fernández, A. (2017). Estado nutricional de adultos mayores activos y su relación con algunos factores sociodemográficos. *Revista Cubana de Salud Pública, 43*, 361-372.

Chen, H. T., Wu, H. J., Chen, Y. J., Ho, S. Y., & Chung, Y. C. (2018). Effects of 8-week kettlebell training on body composition, muscle strength, pulmonary function, and chronic low-grade inflammation in elderly women with sarcopenia. *Experimental Gerontology, 112*, 112-118.

Cho, Y., Mohamed, O., White, B., Singh-Carlson, S., y Krishnan, V. (2018). The effects of a multicomponent intervention program on clinical outcomes associated with falls in healthy older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, *30*, 1101–1110.

Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., y Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science Sports & Exercise, 41*(7), 1510-1530.

Choia, K. B., Jangb, S. H., Leea, M. L. y Kima, K. H. (2010). Sexual Ufe and self-esteem in married elderly. *Archives of Gerontology atid Geriatrics. 53*(1), 17-20.

Clark, B. C., y Manini, T. M. (2010). Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 13*(3), 271.

Clarke, R., Lewington, S., Youngman, L., Sherliker, P., Peto, R. yCollins, R. Underestimation of the importance of blood pressure and cholesterol for coronary heart disease mortality in old age. *European Heart Journal*, 23 (4), 286- 293.

Coelho-Júnior, H. J., Gonçalvez, I. D. O., Callado Sanches, I., Gonçalves, L., Caperuto, E. C., Uchida, M. C., y Rodrigues, B. (2018). Multicomponent Exercise Improves Physical Functioning but Not Cognition and Hemodynamic Parameters in Elderly Osteoarthritis Patients Regardless of Hypertension. *BioMed Rresearch International*, *2018*

Collard, R. M., Boter, H., Schoevers, R. A., y Oude Voshaar, R. C. (2012). Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review*. Journal of the American Geriatrics Society*, 60(8), 1487-1492.

Conn, V. S. (2010). Depressive symptom outcomes of physical activity interventions: meta-analysis findings. *Annals of Behavioral Medicine, 39*(2), 128-138.

Consejo Nacional de Población. (2012). Proyecciones de la población de México, 2000- 2050. [En línea]: www.conapo.gob.mx.

Corrales, M. M. (2010). *Valores de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en los dominios de tiempo, de frecuencia y gráfico de Poincaré medida en reposo en sujetos jóvenes y activos* (Tesis doctoral), Universidad Pablo de Olavide.

Correia, M., Menêses, A., Lima, A., Cavalcante, B., y Ritti-Dias, R. (2014). Efeito do treinamento de força na flexibilidade: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, *19*(1), 3.

Cosgaya Sandoval, L. E., Ramírez Castro, E. I., Pinto Loría, M. D. L., Viejo Medina, Y. V., Compañ Escalante, A. A., y Pérez Caamal, Y. A. (2017). Nivel de depresión en personas mayores de 65 años del estado de Yucatán según su contexto social. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala, 17*(3), 958- 977.

Counsilman, B. E., y Counsilman, J. E. (1991). The residual effects of training. *Journal of Swimming Research, 7*(1), 5-12.

Crocker, J., Moeller, S. y Burson, A. (ed.). (2010). *Implications for Self-Regulation. Holey Handbook of Persotiality and Self-Regulation.* UK: Wiley-Blackwell. (403-446).

Cunningham, D. A., Paterson, D. H., Himann, J. E., y Rechnitzer, P. A. (1993). Determinants of independence in the elderly. *Canadian Journal of Applied Physiology, 18*(3), 243-254.

D´Anna, C., Rio, L. y Gomez-Paloma, F. (2015). Competitive sport and self-concept in adolescent. *Journal of Human Sport and Exercise, 10*(1), 425-429.

da Cunha Nascimento, D., da Silva, C. R., Valduga, R., Saraiva, B., de Sousa Neto, I. V., Vieira, A., ... y Willardson, J. M. (2018). Blood pressure response to resistance training in hypertensive and normotensive older women. *Clinical interventions in aging*, *13*, 541-553.

da Silva, C. S., Chagas, E. F. B., Rodrigues, P. H., Valenti, V. E., y Quitério, R. J. (2016). Resistance Training and Autonomic Modulation in the Elderly. *Journal of Cardiology and Therapy, 3*(3), 534-542.

Daly, R. M., Dunstan, D. W., Owen, N., Jolley, D., Shaw, J. E., y Zimmet, P. Z. (2005). Does high-intensity resistance training maintain bone mass during moderate weight loss in older overweight adults with type 2 diabetes?. *Osteoporosis International*, *16*(12), 1703-1712.

Daly, R. M., Gianoudis, J., Kersh, M. E., Bailey, C. A., Ebeling, P. R., Krug, R., ... y Sanders, K. M. (2020). Effects of a 12-Month Supervised, Community-Based, Multimodal Exercise Program Followed by a 6-Month Research-to-Practice Transition on Bone Mineral Density, Trabecular Microarchitecture, and Physical Function in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, *35*(3), 419-429.

Dantas, E. M., Kemp, A. H., Andreão, R. V., da Silva, V. J. D., Brunoni, A. R., Hoshi, R. A., ... y Mill, J. G. (2018). Reference values for short-term resting-state heart rate variability in healthy adults: Results from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health—ELSA-Brasil study. *Psychophysiology*, *55*(6), 1-12. https://doi.org/10.1111/psyp.13052

de Lacy-Vawdon, C. J., Klein, R., Schwarzman, J., Nolan, G., de Silva, R., Menzies, D., y Smith, B. J. (2018). Facilitators of Attendance and Adherence to Group-Based Physical Activity for Older Adults: A Literature Synthesis. *Journal of Aging and Physical Activity*, *26*(1), 155-167.

De Meersman, R. E., y Stein, P. K. (2007). Vagal modulation and aging. *Biological Psychology, 74*(2), 165-173.

De Mello, M. T., de Aquino Lemos, V., Antunes, H. K. M., Bittencourt, L., Santos-Silva, R., y Tufik, S. (2013). Relationship between physical activity and depression and anxiety symptoms: a population study. *Journal of Affective Disorders, 149*(1-3), 241-246.

Deandrea, S., Lucenteforte, E., Bravi, F., Foschi, R., La Vecchia, C., y Negri, E. (2010). Risk Factors for Falls in Community-dwelling Older People:" A Systematic Review and Meta-analysis". *Epidemiology*, 658-668.

Declerck, K., y Berghe, W. V. (2018). Back to the future: Epigenetic clock plasticity towards healthy aging. *Mechanisms of Ageing and Development*, *174*, 18.29.

Delmonico, M. J., Harris, T. B., Visser, M., Park, S. W., Conroy, M. B., Velasquez-Mieyer, P... y Goodpaster, B. H. (2009). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *The American Journal of Clinical Nutrition, 90*(6), 1579-1585.

Denton, F. T. y Spencer, B. G. (2010). Chronic health conditions: changing prevalence in an aging population and some implications for the delivery of health care services. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement, 29*(1), 11-21.

Díaz, J., Espinoza-Navarro, O., y Pino, A. (2015). Características antropométricas y fisiológicas de adultos mayores de la comuna de Arica-Chile. *International Journal of Morphology*, *33*(2), 580-585.

Divo, M. J., Martinez, C. H., y Mannino, D. M. (2014). Ageing and the epidemiology of multimorbidity. *European Respiratory Journal, 15*(1), 34-38

Duque, G., Boersma, D., Loza-Diaz, G., Hassan, S., Suarez, H., Geisinger, D., ... y Demontiero, O. (2013). Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clin Interv Aging, 8*(257), 257-263.

Duray, M., y Genç, A. (2017). The relationship between physical fitness and falling risk and fear of falling in community-dwelling elderly people with different physical activity levels. *Turkish Journal of Medical Sciences, 47*(2), 455-462.

Edwards, M. H., Jameson, K., Denison, H., Harvey, N. C., Sayer, A. A., Dennison, E. M., y Cooper, C. (2013). Clinical risk factors, bone density and fall history in the prediction of incident fracture among men and women. *Bone, 52*(2), 541-547.

Edwards, M. K., y Loprinzi, P. D. (2016). Experimentally increasing sedentary behavior results in increased anxiety in an active young adult population. *Journal of Affective Disorders*, *204*, 166-173.

El Haber, N., Erbas, B., Hill, K. D., y Wark, J. D. (2008). Relationship between age and measures of balance, strength and gait: linear and non-linear analyses. *Clinical Science*, 114(12), 719-727.

Emery, C. F., Stoney, C. M., Thayer, J. F., Williams, D., y Bodine, A. (2018). Sex and family history of cardiovascular disease influence heart rate variability during stress among healthy adults. *Journal of Psychosomatic Research, 110*, 54-60.

Englund, D. A., Kirn, D. R., Koochek, A., Zhu, H., Travison, T. G., Reid, K. F., ... y Fielding, R. A. (2018). Nutritional supplementation with physical activity improves muscle composition in mobility-limited older adults, the VIVE2 study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *The Journals of Gerontology: Series A*, *73*(1), 95-101.

Envejecimiento y salud. (2015). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 03 de febrero 2017, from http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es/.

Esain, I., Gil, S. M., Bidaurrazaga-Letona, I., & Rodriguez-Larrad, A. (2019). Effects of 3 months of detraining on functional fitness and quality of life in older adults who regularly exercise. *Aging Clinical and Experimental Research, 31*(4), 503-510.

Evangelista, L. S., Hamilton, M. A., Fonarow, G. C., y Dracup, K. (2010). Is exercise adherence associated with clinical outcomes in patients with advanced heart failure?. *The Physician and Sports Medicine*, *38*(1), 28-36.

Fairhall, N., Kurrle, S. E., Sherrington, C., Lord, S. R., Lockwood, K., John, B., ... y Cameron, I. D. (2015). Effectiveness of a multifactorial intervention on preventing development of frailty in pre-frail older people: study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 5(2), doi:10.1136/bmjopen-2014-007091

Farrance, C., Tsofliou, F., y Clark, C. (2016). Adherence to community based group exercise interventions for older people: A mixed-methods systematic review. *Preventive Medicine*, *87*, 155-166.

Fernández, R. y Manrique-Abril, F.G. (2010). Rol de la enfermería en el apoyo social del adulto mayor. *Enfermería Global, 19*, 1-9.

Fernández-Castanys, B. F., y Delgado, F. M. (2003). *La preparación biológica en la formación integral del deportista*. Editorial Paidotribo.

Fernández-Villa, J. M., Márquez, D. X., Sánchez-Garrido, N., Perez-Zepeda, M. U., y Gonzalez-Lara, M. (2017). Association of Healthy Habits Beliefs and Mortality in Older Adults: A Longitudinal Analysis of the Mexican Health and Aging Study. *Journal of aging and health*, *29*(6), 973-985.

Ferrari, A. U. (2002). Modifications of the cardiovascular system with aging. *The American Journal of Geriatric Cardiology, 11*(1), 30-33.

Ferreira, C. B., Teixeira, P. D. S., Alves dos Santos, G., Maya, D., Teles, A., Americano do Brasil, P., ... y Nóbrega, O. D. T. (2018). Effects of a 12-week exercise training program on physical function in institutionalized frail elderly. *Journal of aging research*, *2018, 1-8.*

Ferreira, J. P., Duarte, K., Pitt, B., Dickstein, K., McMurray, J. J., Zannad, F., y Rossignol, P. (2018). Visit-to-visit blood pressure variation is associated with outcomes in a U-shaped fashion in patients with myocardial infarction complicated with systolic dysfunction and/or heart failure: findings from the EPHESUS and OPTIMAAL trials. *Journal of Hypertension*, *36*(8), 1736-1742.

Ferreira, L. F., Rodrigues, G. D., & Soares, P. P. D. S. (2017). Quantity of Aerobic Exercise Training for the Improvement of Heart Rate Variability in Older Adults. *International Journal of Cardiovascular Sciences, 30*(2), 157-162.

Ferrier, K., Waddell, T., Gatzka, C., Cameron, J., Dart, A. y Kingwell, B. (2001). Aerobic Exercise Training Does Not Modify Large-Artery Compliance in Isolated Systolic Hypertension. *Hipertensión, 38* (2), 222-226. doi: 10.1161 / 01.hyp.38.2.222

Ferrucci, L., Hesdorffer, C., Bandinelli, S., y Simonsick, E. M. (2010). Frailty as a nexus between the biology of aging, environmental conditions and clinical geriatrics. *Public Health Reviews, 32*(2), 475.

Fiske, A., Wetherell, J. y Gatz, M. (2009). Depression in older adults. *Annual Review of Clinical Psychology, 5*, 363–389. doi:10.1146/annurev.clinpsy.032408.153621.

Fleck, S. J. (1994). Detraining: Its effects on endurance and strength. *Strength & Conditioning Journal, 16*(1), 22-28.

Flegal, K. E., Kishiyama, S., Zajdel, D., Haas, M., y Oken, B. S. (2007). Adherence to yoga and exercise interventions in a 6-month clinical trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *7*(1), 37.

Forte, R., Boreham, C. A., Leite, J. C., De Vito, G., Brennan, L., Gibney, E. R., y Pesce, C. (2013). Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. *Clinical Interventions in Aging*, *2013*(8), 19-27.

Foster, L., y Walker, A. (2015). Active and Successful Aging: A European Policy Perspective. *The Gerontologist, 55*(1), 83-90.

Francke, M. E. (2011). *Sentido de la Vida y el Adulto Mayor en el Área Metropolitana de Monterrey*. México. Editorial: el autor, 1-33.

Franco, M. R., Tong, A., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P. H., Pinto, R. Z., y Ferreira, M. L. (2015). Older People's Perspectives on Participation in Physical Activity: A Systematic Review and Thematic Synthesis of Qualitative Literature. *British Journal of Sports Medicine, 49*(19), 1268-1276.

Freiberger, E., De Vreede, P., Schoene, D., Rydwik, E., Mueller, V., Frändin, K., y Hopman-Rock, M. (2012). Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. *Age and Ageing*, 41(6), 712-721.

Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., ... y McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *56*(3), M146-M157.

Fuentes, J. A. R. (2011). *Actividad Física + Salud*. España: JMLosada.

Fujiwara, Y., Yoshida, H., Amano, H., Fukaya, T., Liang, J., y Uchida, H. (2008). Predictors of improvement or decline in instrumental activities of daily living among community-dwelling older Japanese. *Gerontology, 54*(6), 373–380.

Gallo Villegas, J., Farbiarz Farbiarz, J., y Alvarez Montoya, D. (1999). Análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Iatreia, 12(2), 61-71.

Gambassi, B. B., Rodrigues, B., Feriani, D. J., Almeida, F. D. J. F., Sauaia, B. A., Schwingel, P. A., ... y Mostarda, C. T. (2016). Effects of resistance training of moderate intensity on heart rate variability, body composition, and muscle strength in healthy elderly women. *Sport Sciences for Health*, *12*(3), 389-395.

Gamelin, F. X., Berthoin, S., Sayah, H., Libersa, C., y Bosquet, L. (2007). Effect of training and detraining on heart rate variability in healthy young men. *International Journal of Sports Medicine*, 28(7), 564-570.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... y Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 43*(7), 1334-1359.

García, A. J., Marín, M., y Bohórquez, M. (2012). Autoestima como variable psicosocial predictora de la actividad física en personas mayores. *Revista de Psicología del Deporte*, *21*(1) 195-200.

García, S. G., Pérez, M. D. L. L. V., Rodríguez, A. R. T., y Pantoja, J. E. G. (2013). Fortalecimiento de la atención primaria del adulto mayor ante la transición demográfica en México. *Atención Primaria, 45*(5), 231-232.

García-Hermoso, A., Cavero-Redondo, I., Ramírez-Vélez, R., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Lee, D. C. y Martínez-Vizcaíno V. (2018). Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in an apparently healthy population: A systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. *Archives of Physical Medicine and Rehabiltation, 99*, 2100- 2113

García-Molina, R., Ruiz-Grao, M. C., Nogueron-Garcia, A., Martinez-Reig, M., Esbri-Victor, M., Izquierdo, M., y Abizanda, P. (2018). Benefits of a multicomponent

Falls Unit-based exercise program in older adults with falls in real life. *Experimental Gerontology*, *110*, 79-85.

Gelbard, R., Inaba, K., Okoye, O. T., Morrell, M., Saadi, Z., Lam, L., ... y Demetriades, D. (2014). Falls in the elderly: a modern look at an old problem. *The American Journal of Surgery, 208*(2), 249-253.

Gerhart, H., Tai, Y. L., Fennell, C., Mayo, X., y Kingsley, J. D. (2017). Autonomic modulation in older women: using resistance exercise as a countermeasure. *International Journal of Exercise Science, 10*(2), 178-187.

Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., y Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, 9(11).

Glass, D., y Roubenoff, R. (2010). Recent advances in the biology and therapy of muscle wasting. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1211*(1), 25-36.

Goldberger, A. L. (1990). Nonlinear dynamics, fractals and chaos: applications to cardiac electrophysiology. *Annals of Biomedical Engineering, 18*(2), 195-198.

Gómez-Angulo, C. y Campo-Arias, A. (2011). Escala de Yesavage para Depresión Geriátrica (GDS-15 y GDS-5): estudio de la consistencia interna y estructura factorial. *Universitas Psychologica,* 10 (3), 735-743.

Goodpaster, B. H., DeLany, J. P., Otto, A. D., Kuller, L., Vockley, J., South-Paul, J. E., ... y Lang, W. (2010). Effects of diet and physical activity interventions on weight loss and cardiometabolic risk factors in severely obese adults: a randomized trial. *Jama*, *304*(16), 1795-1802.

Goswami, S., y Sahai, M. (2016). A Study of Morbidity Pattern in Elderly Population. *European Researcher. (103)*, 119-128.

Guadalupe-Grau, A., Carnicero, J. A., Gómez-Cabello, A., Gutiérrez Avila, G., Humanes, S., Alegre, L. M., ... y García-García, F. J. (2015). Association of regional muscle strength with mortality and hospitalisation in older people. *Age and Ageing*, *44*(5), 790-795.

Guillén, F., y Ramírez, M. (2011). Relación entre el autoconcepto y la condición física en alumnos de Tercer Ciclo de Primaria. *Revista de Psicología del Deporte, 20*(1), 45-59.

Gutin, B., Barbeau, P., Litaker, M. S., Ferguson, M., y Owens, S. (2000). Heart rate variability in obese children: relations to total body and visceral adiposity, and changes with physical training and detraining. *Obesity Research, 8*(1), 12-19.

Ha, J. H., Park, S., Yoon, D., y Kim, B. (2015). Short-term heart rate variability in older patients with newly diagnosed depression. *Psychiatry Research*, *226*(2-3), 484-488.

Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine, 44*, 139-147.

Hamer, M., y Stamatakis, E. (2012). Low-dose physical activity attenuates cardiovascular disease mortality in men and women with clustered metabolic risk factors. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, *5*(4), 494-499.

Harries, U. J., y Bassey, E. J. (1990). Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. *European journal of applied physiology and occupational physiology, 60*(3), 187-190.

Hawley, J., y Burke, L. (1998). *Peak performance: training and nutritional strategies for sport*. St Leonards: Allen & Unwin.

Hawley-Hague, H., Horne, M., Campbell, M., Demack, S., Skelton, D. A., y Todd, C. (2013). Multiple levels of influence on older adults' attendance and adherence to community exercise classes. *The Gerontologist*, *54*(4), 599-610.

Hay-Smith, E. J. C., McClurg, D., Frawley, H., y Dean, S. G. (2016). Exercise adherence: integrating theory, evidence and behaviour change techniques. *Physiotherapy*, *102*(1), 7-9.

Heath, G. W., Hagberg, J. M., Ehsani, A. A., y Holloszy, J. O. (1981). A physiological comparison of young and older endurance athletes. *Journal of Applied Physiology, 51*(3), 634-640.

Heesch, K. C., van Gellecum, Y. R., Burton, N. W., van Uffelen, J. G., y Brown, W. J. (2016). Physical activity and quality of life in older women with a history of depressive symptoms. *Preventive Medicine*, *91*, 299-305.

Heffernan, K. S., Fahs, C. A., Shinsako, K. K., Jae, S. Y., y Fernhall, B. (2007). Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology, 293*(5), 3180-3186.

Heinonen, A., Mäntynen, J., Kannus, P., Uusi-Rasi, K., Nikander, R., Kontulainen, S., y Sievänen, H. (2012). Effects of high-impact training and detraining on femoral neck structure in premenopausal women: a hip structural analysis of an 18-month randomized controlled exercise intervention with 3.5-year follow-up. *Physiotherapy Canada*, *64*(1), 98-105.

Hemmingsen, J. G., Rissler, J., Lykkesfeldt, J., Sallsten, G., Kristiansen, J., Møller, P., y Loft, S. (2015). Controlled exposure to particulate matter from urban street air is associated with decreased vasodilation and heart rate variability in overweight and older adults. *Particle and fibre toxicology*, *12*(1), 1-10.

Hernán, A. J., Marit, S., Øivind, S., Asgeir, M., Lars-Kristian, L., Elin, E., ... y Bente, U. (2015). Efectos favorables de la actividad física regular motivada en el trabajo sobre la tensión arterial y el perfil lipídico. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, *61*(239), 162-171.

Hernández, R., Fernández C., y Baptista M., (2014). *Metodología de la Investigación.* (6ªed). D.F, México: McGraw Hill.

Hsieh, Y. F. (2001). Robling AG, Ambrosius WT, Burr DB, and Turner CH. Mechanical loading of diaphyseal bone in vivo: the strain threshold for an osteogenic response varies with location. *Journal of Bone Mineral Research*, *16*, 2291-2297.

Huang, G., Wang, R., Chen, P., Huang, S. C., Donnelly, J. E., y Mehlferber, J. P. (2015). Dose–response relationship of cardiorespiratory fitness adaptation to controlled endurance training in sedentary older adults. *European Journal of Preventive Cardiology, 23*(5), 518–529. doi:10.1177/2047487315582322

Hui, E. K. H., y Rubenstein, L. Z. (2006). Promoting physical activity and exercise in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association, 7*(5), 310-314.

Huikuri, H. V., y Stein, P. K. (2013). Heart rate variability in risk stratification of cardiac patients. *Progress in Cardiovascular Diseases*, *56*(2), 153-159.

Imamura, K., Ashida, H., Ishikawa, T., y Fujii, M. (1983). Human major psoas muscle and sacrospinalis muscle in relation to age: a study by computed tomography. *Journal of Gerontology, 38*(6), 678-681.

Imayama, I., Alfano, C. M., Mason, C. E., Wang, C., Xiao, L., Duggan, C., ... y McTiernan, A. (2013). Exercise adherence, cardiopulmonary fitness, and anthropometric changes improve exercise self-efficacy and health-related quality of life. *Journal of Physical Activity and Health*, *10*(5), 676-689.

Issurin, V. (2003). *Aspekte der kurzfristigen planung im konzept der blockstruktur des trainings.* Leistungsport*, 33*, 41-44.

Issurin, V. (2012). *Entrenamiento deportivo. Periodización en bloques.* Editorial Paidotribo.

Iwasaki, K. I., Zhang, R., Zuckerman, J. H., y Levine, B. D. (2003). Dose-response relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in healthy adults: how much training for what benefit? *Journal of Applied Physiology, 95*(4), 1575-1583.

Izquierdo, M., Cadore, E. L., y Casas Herrero, A. (2014). Ejercicio físico en el anciano frágil: una manera eficaz de prevenir la dependencia. *Kronos*, 13(1).

Jiang, L., Tian, W., Wang, Y., Rong, J., Bao, C., Liu, Y., ... y Wang, C. (2012). Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine, 79*(3), 291-297.

Jiang, Y., Tang, H., Ma, X., Cheng, Q., Lin, H., Jin, X., ... y Uehara, S. (2019). Eldecalcitol increases bone mineral density in Chinese osteoporotic patients without vitamin D or calcium supplementation. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, *37*(6), 1036-1047.

Jørgensen, R. M., Abildstrøm, S. Z., Levitan, J., Kobo, R., Puzanov, N., Lewkowicz, M., ... y Nordic ICD Pilot Study Group. (2016). Heart Rate Variability Density Analysis (Dyx) and Prediction of Long-Term Mortality after Acute Myocardial Infarction. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, *21*(1), 60-68.

Joyner, M. J., y Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology, 586*(1), 35-44.

Juhasz, G., Eszlari, N., Pap, D., y Gonda, X. (2012). Cultural differences in the development and characteristics of depression. *Neuropsychopharmacol Hung, 14*(4), 259-65.

Junior, R. C. F., Fernandes, T. G., Borges, G. F., Guerra, R. O., & de Abreu, D. C. C. (2018). Factors associated with low levels of physical activity among elderly residents in a small urban area in the interior of the Brazilian Amazon. *Archives of gerontology and geriatrics*,*75* (2018), 37-43. https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.11.007

Justine, M., Hamid, T. A., Mohan, V., y Jagannathan, M. (2011). Effects of multicomponent exercise training on physical functioning among institutionalized elderly. *ISRN Rehabilitation*, *2012*(1)*,* 1-7.

Kaikkonen, P., Hynynen, E., Mann, T., Rusko, H., y Nummela, A. (2012). Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. *European Journal of Applied Physiology, 112*(3), 829-838.

Kalapotharakos, V. I., Diamantopoulos, K., y Tokmakidis, S. P. (2010). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and functional performance of older adults aged 80 to 88 years. *Aging Clinical and Experimental Research, 22*(2), 134-140.

Kang, S., Hwang, S., Klein, A. B., y Kim, S. H. (2015). Multicomponent exercise for physical fitness of community-dwelling elderly women. *Journal of physical therapy science*, *27*(3), 911-915

Kemmler, W., Von Stengel, S., Bebenek, M., Engelke, K., Hentschke, C., y Kalender, W. A. (2012). Exercise and fractures in postmenopausal women: 12-year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Osteoporosis International*, *23*(4), 1267-1276.

Kemoun, G., y Rabourdin, J. P. (2004). *Reeducación en geriatría*. Encyclopedie médicochirurgicale. Kinesiterapia medicina física. Francia: Elsevier, 26-29.

Kendall, K. L., y Fairman, C. M. (2014). Women and exercise in aging. *Journal of Sport and Health Science, 3*(3), 170-178.

Kim, H., Chey, J., y Lee, S. (2017). Effects of Multicomponent Training of Cognitive Control on Cognitive Function and Brain Activation in Older Adults. *Neuroscience Research. 124*(2017), 8–15.

Kistler, B. M., Walsh, M. S., Horn, T. S., y Cox, R. H. (2010). The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate men in the 60-and 100-m dash after a dynamic warm-up. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(9), 2280-2284.

Kleiger, R. E., Stein, P. K., y Bigger, J. T. (2005). Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Annals of Noninvasive Electrocardiology, 10*(1), 88-101.

Koichubekov, B. K., Sorokina, M. A., Laryushina, Y. M., Turgunova, L. G., y Korshukov, I. V. (2018). Nonlinear analyses of heart rate variability in hypertension. *Annales de cardiologie et d' Angeiologie 67* 174-179.

Kroenke, K., Wu, J., Bair, M. J., Krebs, E. E., Damush, T. M., y Tu, W. (2011). Reciprocal relationship between pain and depression: a 12-month longitudinal analysis in primary care. *The Journal of Pain*, 12(9), 964-973.

Kumar, A., Karmarkar, A. M., Tan, A., Graham, J. E., Arcari, C. M., Ottenbacher, K. J., y Snih, S. A. (2015). The effect of obesity on incidence of disability and mortality in Mexicans aged 50 years and older. *Salud Pública de Mexico*, *57*, 31-38.

Kwok, T. M. K., y Tong, C. Y. (2014). Effects on Centre-based Training and Home-based Training on Physical Function, Quality of Life and Fall Incidence in Community Dwelling Older Adults. *Physiotherapy Theory and Practice, 30*(4), 243-248.

Kyle, T. L., Hernández-Mendo, A., Reigal, R. E., y Morales-Sánchez, V. (2016). Efectos de la actividad física en el autoconcepto y la autoeficacia en preadolescentes. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación, 29*, 61-65.

Ladawan, S., Klarod, K., Philippe, M., Menz, V., Versen, I., Gatterer, H., y Burtscher, M. (2017). Effect of Qigong exercise on cognitive function, blood pressure and cardiorespiratory fitness in healthy middle-aged subjects. *Complementary Therapies in Medicine*, *33*, 39-45.

Landinez Parra, N. S., Contreras Valencia, K., y Castro Villamil, Á (2012). Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*, *38*(4), 562-580.

Lang, I. A., Llewellyn, D. J., Alexander, K., y Melzer, D. (2008). Obesity, physical function, and mortality in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *56*(8), 1474-1478.

Lang, T., Cauley, J. A., Tylavsky, F., Bauer, D., Cummings, S., y Harris, T. B. (2010). Computed tomographic measurements of thigh muscle cross-sectional area and attenuation coefficient predict hip fracture: the health, aging, and body composition study. *Journal of Bone and Mineral Research*, *25*(3), 513-519.

Langhammer, B. y Stanghelle, JK (2015). The Senior Fitnes Test. Journal of Physiotherapy. 61,163.

Lanier, A. (2005). *Metodología, planeación y control del entrenamiento deportivo* (2ª ed.). SECCADE Imprenta San Antonio.

Larsson, L., Grimby, G. y Karlsson, J. (1979). Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *Journal of Applied Physiology, 46(*3), 451-456.

Laverty, A. A., Palladino, R., Lee, J. T., y Millett, C. (2015). Associations between active travel and weight, blood pressure and diabetes in six middle income countries: a cross-sectional study in older adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *12*(1), 2-11.

Lázaro del Nogal, M. (2001). Evaluación del anciano con caídas. Tiempos Médicos, (579), 49-61.

Lee, C. H., Lee, J. H., Son, J. W., Kim, U., Park, J. S., Lee, J., y Shin, D. G. (2018). Normative values of short-term heart rate variability parameters in Koreans and their clinical value for the prediction of mortality. *Heart, Lung and Circulation*, *27*(5), 576-587.

Letieri, R. V., Teixeira, A. M., Furtado, G. E., Lamboglia, C. G., Rees, J. L., y Gomes, B. B. (2018). Effect of 16 weeks of resistance exercise and detraining comparing two methods of blood flow restriction in muscle strength of healthy

older women: A randomized controlled trial. *Experimental gerontology*, *114*, 78-86.

Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., y Selig, S. (2007). The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. *Diabetes Care, 30*(9), 2205-2210.

Lewington, S., Clarke, R., Qizilbash, N., Peto, R. y Collins, R., (2002). Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for 1 million adults in 61 prospective studies. *Lancet, 360*, 1903–1913.

Liao, C. D., Tsauo, J. Y., Hsiao, D. J., Liou, T. H., Huang, S. W., y Lin, L. F. (2018). Correction: Association of physical capacity with heart rate variability based on a short-duration measurement of resting pulse rate in older adults with obesity. *PloS One*, *13*(1), e0191842.

Ling, C. H., Taekema, D., De Craen, A. J., Gussekloo, J., Westendorp, R. G. y Maier, A. B. (2010). Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *Cmaj*, *182*(5), 429-435.

Lippincott Williams y Wilkins, (2010). Excercise Prescription for Healthy Populations and Special Considerations. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. (190-204). Baltimore: Wolters Kluwer.

Lobo, A., Carvalho, J., y Santos, P. (2011). Effects of training and detraining on physical fitness, physical activity patterns, cardiovascular variables, and HRQol after 3 health-promotion interventions in institutionalized elders. *International Journal of Family Medicine*, (2010).

Lobo, R., Batista, M., y Cubo, S. (2015). Prática de atividade física como factor potenciador de variáveis psicológicas e rendimento escolar de alunos do ensino primário. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte, 10*(1), 85-93.

Londoño, N. H., Palacio, J. y Acosta, C. (2011). Predictores cognitivos, de personalidad y estrés para síntomas de depresión y ansiedad en estudiantes de primeros semestres de educación superior e impacto del programa de prevención

basado en el desarrollo del pensamiento crítico y el diálogo socrático (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte).

López, J. C., y Arango, E. F. (2015). Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y funcionalidad en adultos mayores. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, *33*(1), 31-39.

López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., y Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. *Cell, 153*(6), 1194-1217.

Lovell, D. I., Cuneo, R., & Gass, G. C. (2010). The effect of strength training and short-term detraining on maximum force and the rate of force development of older men. *European Journal of Applied Physiology, 109*(3), 429-435.

Lovell, D. I., Cuneo, R., Wallace, J., & McLellan, C. (2012). The hormonal response of older men to sub-maximum aerobic exercise: The effect of training and detraining. *Steroids, 77*(5), 413-418.

Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., ... y AlMazroa, M. A. (2013). Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet, 380*(9859), 2095-2128.

Lue, B. H., Chen, L. J., y Wu, S. C. (2010). Health, financial stresses, and life satisfaction affecting late-life depression among older adults: a nationwide, longitudinal survey in Taiwan. *Archives of gerontology and geriatrics, 50*, 34-38.

Macchi, C., Polcaro, P., Cecchi, F., Zipoli, R., Sofi, F., Romanelli, A., ... y Molino-Lova, R. (2009). One-year adherence to exercise in elderly patients receiving postacute inpatient rehabilitation after cardiac surgery. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 88*(9), 727-734.

Mahishale, V. (2015). Ageing world: Health care challenges. *Journal of the Scientific Society, 42*(3), 138.

Maki, Y., Ura, C., Yamaguchi, T., Murai, T., Isahai, M., Kaiho, A., … y Yamaguchi, H. (2012). Effects of Intervention using a Community-based Walking Program for Prevention of Mental Decline: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society, 60*(3), 505-510.

Mangino, M. (2014). Genomics of ageing in twins. *Proceedings of the Nutrition Society, 73*(4), 526-531.

Manini, T. M., y Clark, B. C. (2012). Dynapenia and aging: an update. The Journals of Gerontology: *Series A, 67*(1), 28-40.

Manrique-Espinoza, B., Salinas-Rodríguez, A., Moreno-Tamayo, K. M., Acosta-Castillo, I., Sosa-Ortiz, A. L., Gutiérrez-Robledo, L. M., y Téllez-Rojo, M. M. (2013). Condiciones de salud y estado funcional de los adultos mayores en México. *Salud Pública de México, (55*), 323-331.

Marcus, B. H., Rakowski, W., y Rossi, J. S. (1992). Assessing motivational readiness and decision making for exercise. *Health Psychology*, *11*(4), 257.

Marques, E. A., Mota, J., y Carvalho, J. (2012). Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Age*, *34*(6), 1493-1515.

Marquez, E. A., Mota, J., Machado, L., Sousa, F., Coelho, M., Moreira, P., y Carvalho, J. (2011). Multicomponent training program with weight-bearing exercises elicits favorable bone density, muscle strength, and balance adaptations in older women. *Calcified Tissue International, 88*(2), 117-129.

Martin, G. M. (2011). The biology of aging: 1985–2010 and beyond. *The FASEB Journal, 25*(11), 3756-3762.

Martin-Dantas, E. H., García-Manso, J. M., Godoy, E. S. D., Sposito-Araujo, C. A., y Gomes, A. C. (2010). Aplicabilidad de los modelos de periodización del entrenamiento deportivo. Una revisión sistemática. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 6*(20), 231-241.

Martínez de La Iglesia, J., Onís Vilches, M., Dueñas Herrero, R., Albert Colomer, C., Aguado Taberné, C., y Luque Luque, R. (2002). Versión española del cuestionario de Yesavage abreviado (GDS) para el despistaje de depresión en mayores de 65 años: adaptación y validación. *Medifam*, *12*(10), 26-40.

Marzolini, S., Thomas, S. G., Y Goodman, J. M. (2008). Aerobic and resistance training in coronary disease: single versus multiple sets. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *40*(9), 1557-1564.

McHugh, M. P., y Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *20*(2), 169-181.

McPhate, L., Simek, E. M., y Haines, T. P. (2013). Program-related factors are associated with adherence to group exercise interventions for the prevention of falls: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, *59*(2), 81-92.

Melo, R.C., Santos, M.D.B., Silva, E., Quitério, R.J., Moreno, M.A., Reis, M.S., Verzola, I.A., Oliveira, L., Martins, L.E.B., Gallo-Junior, L., y Catai, A.M. (2005). Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 38*(9), 1331-1338.

Michael, S., Graham, K. S., y Davis, G. M. (2017). Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals: a review. *Frontiers in Physiology, 8*, 301.

Miller, R. A. (2012). Genes against aging. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences, 67*(5), 495-502.

Miranda-Mendoza, J.; Reynoso-Sánchez, L.F.; Hoyos-Flores, J.R.; Quezada-Chacón, J.T.; Naranjo, J.; Rangel-Colmenero, B. y Hernández-Cruz, G. (in press). Stress score y LnrRMSSD como parámetros de carga interna durante una competición. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.*

Mitchell, W. K., Williams, J., Atherton, P., Larvin, M., Lund, J., y Narici, M. (2012). Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Frontiers in Physiology*, 3 (260).

Montes de Oca, G., Moreno, T., Rodríguez, G., Jiménez, D., y Alvarez, J. (2005). Estudio de la variabilidad del RR en un sistema de monitoreo ambulatorio. *Bioingeniería y Física Médica Cubana, 6*(1), 15-21.

Moore, M., Warburton, J., O'Halloran, P. D., Shields, N., y Kingsley, M. (2016). Effective Community-Based Physical Activity Interventions for Older Adults Living in Rural and Regional Areas: A Systematic Review. *Journal of Aging & Physical Activity, 24*(1), 158-167.

Moreira, S. R., Cucato, G. G., Terra, D. F., y Ritti-Dias, R. M. (2016). Acute blood pressure changes are related to chronic effects of resistance exercise in medicated hypertensives elderly women. *Clinical Physiology and Functional Imaging, 36(*3), 242-248.

Moreside, J. M., y McGill, S. M. (2012). Hip joint range of motion improvements using three different interventions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(5), 1265-1273.

Morley, J. E., Vellas, B., Van Kan, G. A., Anker, S. D., Bauer, J. M., Bernabei, R., ... y Fried, L. P. (2013). Frailty consensus: a call to action. *Journal of the American Medical Directors Association*, *14*(6), 392-397.

Morton, S. K., Whitehead, J. R., Brinkert, R. H., y Caine, D. J. (2011). Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(12), 3391-3398.

Mota, M. R., de Oliveira, R. J., Dutra, M. T., Pardono, E., Terra, D. F., Lima, R. M., ... y da Silva, F. M. (2013). Acute and chronic effects of resistive exercise on blood pressure in hypertensive elderly women. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 27*(12), 3475-3480.

Muir, S. W., Berg, K., Chesworth, B. M., Klar, N., y Speechley, M. (2010a). Modifiable risk factors identify people who transition from non-fallers to fallers in community-dwelling older adults: a prospective study. *Physiotherapy Canada*, 62(4), 358-367.

Muir, S. W., Berg, K., Chesworth, B., Klar, N., y Speechley, M. (2010b). Balance impairment as a risk factor for falls in community-dwelling older adults who are high functioning: a prospective study. *Physical Therapy, 90*(3), 338-347.

Müller, D. C., Izquierdo, M., Boeno, F. P., Aagaard, P., Teodoro, J. L., Grazioli, R., ... y Cadore, E. L. (2020). Adaptations in mechanical muscle function, muscle morphology, and aerobic power to high-intensity endurance training combined with either traditional or power strength training in older adults: a randomized clinical trial. *European Journal of Applied Physiology*, *120*(5), 1165-1177.

Mujika, I. (1998). The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review. *International Journal of Sports Medicine, 19*(7), 439-446.

Mujika, I., y Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Medicine, 30*(2), 79-87.

Murabito, J. M., Yuan, R., y Lunetta, K. L. (2012). The search for longevity and healthy aging genes: insights from epidemiological studies and samples of long-lived individuals. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *67*(5), 470-479.

Murgui, S., García, C., y García, Á. (2016). Efecto de la práctica deportiva en la relación entre las habilidades motoras, el autoconcepto físico y el autoconcepto multidimensional. *Revista de Psicología del Deporte, 25*(1), 19-25.

Myers, L. B., y Midence, K. (1998). *Concepts and issues in adherence* (Vol. 1). Amsterdam: Harwood Academic Publishers; 1998.p. 1–24.

Naranjo, J. (2018). *Variabilidad de la frecuencia cardiaca. Fundamentos y aplicaciones a la actividad física y el deporte.* Fénix Editora, Sevilla, España.

Naranjo, J., De La Cruz, B., Sarabia, E., De Hoyo, M., y Domínguez, S. (2015a). Two new indexes for the assessment of autonomic balance in elite soccer players. International *Journal of Sports Physiology and Performance, 10*(4), 452-457.

Naranjo, J., De La Cruz, B., Sarabia, E., De Hoyo, M., y Domínguez-Cobo, S. (2015b). Heart rate variability: a follow-up in elite soccer players throughout the season. *International Journal of Sports Medicine, 94*(11), 881-886.

Nieto-Jiménez, C.; Pardos-Mainer, E.; Ruso-Álvarez, J.F. y Naranjo-Orellana, J. (in press) Carga de entrenamiento y VFC en una atleta femenina: estudio de caso. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.*

Nigg, C. R., Geller, K. S., Motl, R. W., Horwath, C. C., Wertin, K. K., y Dishman, R. K. (2011). A research agenda to examine the efficacy and relevance of the transtheoretical model for physical activity behavior. *Psychology of Sport and Exercise*, *12*(1), 7-12.

Nutbeam, D., y Harris, E. (1998). *Theory in a nutshell: a practitioners guide to commonly used theories and models in health promotion*. Sydney: National Centre for Health Promotion.

Oh, C., Jeon, B. H., Storm, S. N. R., Jho, S., y No, J. K. (2017). The most effective factors to offset sarcopenia and obesity in the older Korean: physical activity, vitamin D, and protein intake. *Nutrition*, *33*, 169-173.

Oliveira, R., Santa-Marinha, C., Leão, R., Bento, T., Santos-Rocha, R., Brito, J., & Monteiro, D. (2017). Exercise training programs and detraining in older women. *Journal of Human Sport and Exercise, 12*(1), 142-155.

OMS, 2015. *Salud y Envejecimiento*. Recuperado de http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es/.

OMS, (2018). Depresión. Recuperado de http://www.who.int/topics/depression/es/

Organização Mundial de Saúde. (2001). Mental health: New understanding. New hope. Geneva: WHO. Parker, G. (2005). Beyond major depression. *Psychological Midicine, 35*, 467– 474. doi:10.1017/S0033291704004210.

Organización Mundial de la Salud. (2011) Hombres, envejecimiento y salud. *Unidad del envejecimiento y el curso de la vida*. Ginebra.

Orr, R. (2010). Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. *Eur J Phys Rehabil Med*, 46(2), 183-220.

Orth, U., Trzesniewski, K. H. y Robins, R. W. (2010). Self-Esteem Development From Young Adulthood to Old Age: A Cohort-Sequential Longitudinal Study. *Journal of Persotiality atid Social Psychology, 98*(4), 645-658.

Osho, O., Owoeye, O., y Armijo-Olivo, S. (2018). Adherence and attrition in fall prevention exercise programs for community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of aging and physical activity*, *26*(2), 304-326.

Padilha, C. S., Ribeiro, A. S., Fleck, S. J., Nascimento, M. A., Pina, F. L., Okino, A. M., ... y Cyrino, E. S. (2015). Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women.*Age, 37*(5), 104.

Panel sobre Prevención de Caídas en Personas Mayores, Sociedad Estadounidense de Geriatría y Sociedad Británica de Geriatría. Resumen de la Sociedad Americana de Geriatría actualizada / Sociedad Británica de Geriatría Guía de práctica clínica para la prevención de caídas en personas mayores. *J Am Geriatric Society*. *2011*(59),148-157.

Paterson, M. y Warburton, D. (2010). Physical activity and functional limitations in Holders adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 7*, 110-122.

Patil, R., Uusi-Rasi, K., Tokola, K., Karinkanta, S., Kannus, P., y Sievänen, H. (2015). Effects of a Multimodal Exercise Program on Physical Function, Falls, and Injuries in Older Women: A 2-Year Community-Based, Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society, 63*(7), 1306-1313.

Pavlik, G., Bachl, N., y Wollein, W. (1986). Effect of training and detraining on the resting echocardiographic parameters in runners and cyclists. *International Journal of Sports Cardiology, 3*(1), 35-45.

Pedersen, B. K., y Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology, 8*(8), 457-465.

Pender, N. J., Murdaugh, C. L. y Parsons, M. A. (2011). *Health promotion in nursing practice* (6th ed.). Upper Saddler River; New Jersey: Prentice Hall.

Penttilä, J., Helminen, A., Jartti, T., Kuusela, T., Huikuri, H. V., Tulppo, M. P., Coffeng, R., y Scheinin, H. (2001). Time domain, geometrical and frequency domain analysis of cardiac vagal outflow: effects of various respiratory patterns. *Clinical Physiology and Functional Imaging, 21*(3), 365-376.

Pichot, V., Busso, T., Roche, F., Garet, M., Costes, F., Duverney, D., LaCour, J. R. y Barthélémy, J. C. (2002). Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 34*(10), 1660-1666.

Pichot, V., Roche, F., Denis, C., Garet, M., Duverney, D., Costes, F., y Barthélémy, J. C. (2005). Interval training in elderly men increases both heart rate variability and baroreflex activity. *Clinical Autonomic Research, 15*(2), 107-115.

Pillard, F., Laoudj-Chenivesse, D., Carnac, G., Mercier, J., Rami, J., Rivière, D., y Rolland, Y. (2011). Physical activity and sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine, 27*(3), 449-470.

Pinto, R. S., Correa, C. S., Radaelli, R., Cadore, E. L., Brown, L. E., y Bottaro, M. (2014). Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. *Age, 36*(1), 365-372.

Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., y Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine, 43*(9), 773-781.

Possamai, L. T., Zogo, A., Boni, J., Jacques, M., Dorst, L. M., y Dorst, D. B. (2015). Fitness for elders: A comparison between practioners and non-practioners of exercise. *Age, 37*(3), 35.

Powell, K. E., Paluch, A. E., y Blair, S. N. (2011). Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what?. *Annual review of public health, 32*, 349-365.

Pradas, F., Godoy, D., Castellar, C., y Molina, E. (2015). Efectos de un programa de ejercicio de intensidad moderada sobre la condición física y el perfil lipídico en mujeres sedentarias mayores. *Trances*, *7*(1), 19-40.

Preto, L. S. R., Conceição, M. D. C. D., Figueiredo, T. M., Mata, M. A. P., Preto, P. M. B., y Aguilar, E. M. (2017). Frailty, body composition and nutritional status in non-institutionalised elderly. *Enfermería Clínica (English Edition), 27*(6), 339-345.

Preto, L. S. R., Gomes, J. R. L., Novo, A. F. M. P., Mendes, M. E. R., y Granero-Molina, J. (2016). Efeitos de um programa de enfermagem de reabilitação na aptidão funcional de idosos institucionalizados. *Revista de Enfermagem Referência*, (8), 55.

Prevención de Caídas en el Adulto Mayor en el Primer Nivel de Atención. México: Secretaria de Salud; 2008.

Prochaska, J. O. (1979). Systems of psychotherapy. *A trastheorectical analysis*. Homewood-IL: Dorsey

Prochaska, J. O., y Velicer, W. F. (1997). The transtheoretical model of health behavior change. *American journal of health promotion*, *12*(1), 38-48.

Proietti, R., di Fronso, S., Pereira, L. A., Bortoli, L., Robazza, C., Nakamura, F. Y., y Bertollo, M. (2017). Heart rate variability discriminates competitive levels in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 31*(6), 1719-1725.

Provencio-Vasquez, E., Mata, H. J., Tomaka, J., y De Santis, J. P. (2017). Depression, Self-Esteem, and Childhood Abuse Among Hispanic Men Residing in the US–Mexico Border Region. *Journal of the Association of Nurses in AIDS Care*, *28*(5), 795-806.

Raffin, J., Barthelemy, J. C., Dupre, C., Pichot, V., Berger, M., Feasson, L., Busso, T., Da Costa, A., Colvez, A., Montuy-Coquard, C., Bouvier, R., Bongue, B., Roche, F., y Hupin, D. (2019). Exercise frequency determines heart rate variability gains in older people: a meta-analysis and meta-regression. *Sports Medicine, 49*(5), 719-729.

Ramada-Rodilla, J. M., Serra-Pujadas, C., y Delclós-Clanchet, G. L. (2013). Adaptación cultural y validación de cuestionarios de salud: revisión y recomendaciones metodológicas. *Salud Pública de México*, *55*(1), 57-66.

Ramirez, V. J. F. (2013). Promoción de la salud y prevención de la enfermedad en el adulto mayor desde una perspectiva investigativa integradora. *Hallazgos*, *10*(20).

Rashedi, V., Asadi-Lari, M., Foroughan, M., Delbari, A., y Fadayevatan, R. (2016). Prevalence of disability in Iranian older adults in Tehran, Iran: A population-based study. *Journal of Health and Social Sciences, 1*(3), 251-262.

Ratel, S., Gryson, C., Rance, M., Penando, S., Bonhomme, C., Le Ruyet, P., Duclos, M., Boirie, Y., y Walrand, S. (2011). Detraining-induced alterations in metabolic and fitness markers after a multicomponent exercise-training program in older men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 37*(1), 72-79.

Reguera, X., y Gutiérrez-Sánchez, Á. (2015). Implementación de un programa de Gimnasia Acrobática en Educación Secundaria para la mejora del

autoconcepto. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación, 27*, 114-117.

Resolución N° 008430 (1993). En ejercicio de sus atribuciones legales en especial las conferidas por el Decreto 2164 DE 1992 y la Ley 10 de 1990. Ministerio de Salud. República de Colombia.

Reynaga-Estrada, P., Arévalo, E. I., Verdesoto, Á. M., Jiménez, I. M., Preciado, M., y Morales, J. J. (2016). Beneficios psicológicos de la actividad física en el trabajo de un centro educativo. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación, 30*, 203- 206.

Rice, D. P., y Fineman, N. (2014). Economic implications of increased longevity in the United States. Annu. *Rev. Public Health, 25*, 457-473.

Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori G. y Magal, M. (2018). American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription* (10th Ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.

Rikli, R. E., y Jones, C. J. (2 Eds.). (2013). *Senior fitness test manual*. Human Kinetics.

Robles, R., Varela, R., Jurado, S., y Páez, F. (2001). Versión mexicana del Inventario de Ansiedad de Beck: propiedades psicométricas. *Revista Mexicana de Psicología*, *18*(2), 211-218.

Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J. y Capdevila, L. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivos de Medicina del Deporte, 25*(123), 41-47.

Rodda, J., Walker, Z., y Carter, J. (2011). Depression in older adults. *BMJ-British Medical Journal, 343*(8), 683-687.

Rodrigues, J. A. L., Santos, B. C., Medeiros, L. H., Gonçalves, T. C. P., y Júnior, C. R. B. (2019). Effects of Different Periodization Strategies of Combined Aerobic and Strength Training on Heart Rate Variability in Older Women. *Journal of Strength and Conditioning Research.*

Roest, A. M., Zuidersma, M., y de Jonge, P. (2012). Myocardial infarction and generalised anxiety disorder: 10-year follow-up. *The British Journal of Psychiatry*, *200*(4), 324-329.

Roldas, G., Pedrel Carballido, C., Capdevila, L., y Villegas García, J. A. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivos de medicina del deporte*, (123), 41-47.

Romo-Pérez, V., Schwingel, A., y Chodzko-Zajko, W. (2011). International resistance training recommendations for older adults: Implications for the promotion of healthy aging in Spain. *Journal of Human Sport and Exercise 6*(4), 639-648.

Rondanelli, M., Klersy, C., Terracol, G., Talluri, J., Maugeri, R., Guido, D., ... y Perna, S. (2016). Whey protein, amino acids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *The American journal of clinical nutrition*, *103*(3), 830-840.

Rosenberg, M. (1965). Rosenberg self-esteem scale (RSE). *Acceptance and commitment therapy. Measures package*, *61*, 52.

Rosero, I. D., Ramírez-Vélez, R., Martínez-Velilla, N., Cedeño-Veloz, B. A., Morilla, I., y Izquierdo, M. (2020). Effects of a Multicomponent Exercise Program in Older Adults with Non-Small-Cell Lung Cancer during Adjuvant/Palliative Treatment: An Intervention Study. *Journal of Clinical Medicine*, *9*(3), 862.

Ruggiero, C., Metter, E. J., Melenovsky, V., Cherubini, A., Najjar, S. S., Ble, A., ... y Ferrucci, L. (2008). High basal metabolic rate is a risk factor for mortality: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 63*(7), 698-706.

Saboul, D., Balducci, P., Millet, G., Pialoux, V., y Hautier, C. (2016). A pilot study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *European Journal of Sport Science, 16*(2), 172-181.

Sai, A. J., Gallagher, J. C., Smith, L. M., y Logsdon, S. (2010). Fall predictors in the community dwelling elderly. A cross sectional and prospective cohort study. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, 10*(2), 142-150.

Salazar, A. M., Reyes, M. F., Plata, S. J., Galvi, P., Montalvo, C., y Sánchez, E. (2015). Prevalencia y factores de riesgo psicosociales de la depresión en un grupo de adultos mayores en Bogotá. *Acta Neurológica Colombiana*, *31*(2), 176-183.

Salguero, A., Martínez-García, R., Molinero, O., y Márquez, S. (2011). Physical activity, quality of life and symptoms of depression in community-dwelling and institutionalized older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *53*(2), 152-157.

Santanasto, A. J., Glynn, N. W., Lovato, L. C., Blair, S. N., Fielding, R. A., Gill, T. M., ... y Manini, T. M. (2017). Effect of physical activity versus health education on physical function, grip strength and mobility. *Journal of the American Geriatrics Society*, *65*(7), 1427-1433.

Scheffers-Barnhoorn, M. N., van Haastregt, J. C., Schols, J. M., Kempen, G. I., van Balen, R., Visschedijk, J. H., ... y van Eijk, M. (2017). A multi-component cognitive behavioural intervention for the treatment of fear of falling after hip fracture (FIT-HIP): protocol of a randomised controlled trial. *BMC Geriatrics*, *17*(1), 71.

Schmitt, L., Regnard, J., y Millet, G. P. (2015). Monitoring fatigue status with HRV measures in elite athletes: an avenue beyond RMSSD? *Frontiers in Physiology, 6*, 343.

Schneider, V., Arnold, B., Martin, K., Bell, D., y Crocker, P. (1998). Detraining Effects in College Football Players During the Competitive Season. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 12*(1), 42-45.

Schwarz, J., Gerhardsson, A., van Leeuwen, W., Lekander, M., Ericson, M., Fischer, H., ... y Åkerstedt, T. (2018). Does sleep deprivation increase the vulnerability to acute psychosocial stress in young and older adults? *Psychoneuroendocrinology. 96*(2018), 155-165.

Secretaria de Salud, (2015). Informe sobre la salud de los mexicanos 2015. Diagnóstico general de la Salud poblacional.

Secretaría de Salud. (2011). Perfil epidemiológico del adulto mayor en México 2010. Recuperado de http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/publicaciones/2011/monografias/P_EPI_DEL_ADULTO_MAYOR_EN_MEXICO_2010.pdf

Seguin, R. A., Economos, C. D., Palombo, R., Hyatt, R., Kuder, J., y Nelson, M. E. (2010). Strength training and older women: a cross-sectional study examining

factors related to exercise adherence. *Journal of Aging and Physical Activity*, *18*(2), 201-218.

Shaffer, F., y Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health, 5*, 258.

Sheikh, J. I., y Yesavage, J. A. (1986). Geriatric Depression Scale (GDS): Recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontologist: The Journal of Aging and Mental Health, 5*(1-2), 165-173.

Siff, M. C., y Verhoshansky, Y. (2014). *Súper entrenamiento* (2ª ed.). Editorial Paidotribo.

Smith, L., Tully, M., Jacob, L., Blackburn, N., Adlakha, D., Caserotti, P., ... y Koyanagi, A. (2020). The association between sedentary behavior and sarcopenia among adults aged≥ 65 years in low-and middle-income countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(5), 1708.

Solano-García, W., y Carazo-Vargas, P. (2018). Intervenciones con ejercicio contra resistencia en la persona adulta mayor diagnosticada con sarcopenia. Una revisión sistemática. *PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, *16*(1), 1-19.

Soni, A. C., Conroy, M. B., Mackey, R. H., y Kuller, L. H. (2011). Ghrelin, leptin, adiponectin, and insulin levels and concurrent and future weight change in overweight, postmenopausal women. *Menopause, 18*(3), 296-301.

Sousa, N., y Mendes, R. (2013). Effects of resistance versus multicomponent training on body composition and functional fitness in institutionalized elderly women. *Journal of the American Geriatrics Society, 61*(10), 1815-1817.

Sousa, N., y Mendes, R. (2015). Comparison of effects of resistance and multicomponent training on falls prevention in institutionalized elderly women. Journal of the American *Geriatrics Society*, *63*(2), 396-397.

Spinhoven, P., van der Veen, D. C., Voshaar, R. O., y Comijs, H. C. (2017). Worry and cognitive control predict course trajectories of anxiety in older adults with late-life depression. *European Psychiatry*, *44*, 134-140.

Stanley, J., Peake, J. M., y Buchheit, M. (2013a). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Medicine, 43*(12), 1259-1277.

Stanley, J., Peake, J. M., y Buchheit, M. (2013b). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Medicine, 43*(12), 1259-1277.

Stathokostas, L., Little, R., Vandervoort, A. A., y Paterson, D. H. (2012). Flexibility training and functional ability in older adults: a systematic review. *Journal of aging research,* (2012)*,* 1-30.

Steer, R. A., Rissmiller, D. J., Ranieri, W. F., y Beck, A. T. (1993). Structure of the computer-assisted Beck Anxiety Inventory with psychiatric inpatients. *Journal of Personality Assessment*, *60*(3), 532-542.

Stepanczuk, B., y Charvat, J. M. (2010). Women's and Men's Exercise Adherence After a Cardiac Event: Does Age Make a Difference?. *Research in Gerontological Nursing, 3(*1), 30.

Stineman, M. G., Strumpf, N., Kurichi, J. E., Charles, J., Grisso, J. A., y Jayadevappa, R. (2011). Attempts to reach the oldest and frailest: recruitment, adherence, and retention of urban elderly persons to a falls reduction exercise program. *The Gerontologist*, (*51)*, 59-72.

Strandberg, T. E., Pitkälä, K. H., y Tilvis, R. S. (2011). Frailty in older people. *European Geriatric Medicine, 2*(6), 344-355.

Stubbs, B., Binnekade, T., Eggermont, L., Sepehry, A. A., Patchay, S., y Schofield, P. (2014). Pain and the risk for falls in community-dwelling older adults: systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(1), 175-187.

Su, H., Chang, N. J., Wu, W. L., Guo, L. Y., y Chu, I. H. (2017). Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, *26*(6), 469-477.

Sugawara, J., Murakami, H., Maeda, S., Kuno, S., y Matsuda, M. (2001). Change in post-exercise vagal reactivation with exercise training and detraining in young men. *European Journal of Applied Physiology, 85*(3-4), 259-263.

Tabara, Y., Yuasa, T., Oshiumi, A., Kobayashi, T., Miyawaki, Y., Miki, T., y Kohara, K. (2007). Effect of acute and long-term aerobic exercise on arterial stiffness in the elderly. *Hypertension Research*, *30*(10), 895-902.

Taguchi, N., Higaki, Y., Inoue, S., Kimura, H., y Tanaka, K. (2010). Effects of a 12-month multicomponent exercise program on physical performance, daily physical activity, and quality of life in very elderly people with minor disabilities: an intervention study. *Journal of Epidemiology, 20*(1), 21-29.

Takeshima, N., Islam, M. M., Rogers, M. E., Koizumi, D., Tomiyama, N., Narita, M., y Rogers, N. L. (2014). Pattern of age-associated decline of static and dynamic balance in community-dwelling older women. *Geriatrics & Gerontology International, 14*(3), 556-560.

Tan, J. P. H., Beilharz, J. E., Vollmer-Conna, U., y Cvejic, E. (2018). Heart rate variability as a marker of healthy ageing. *International Journal of Cardiology*, (2018), 1-3.

Tan, Q., Christiansen, L., Thomassen, M., Kruse, T. A., y Christensen, K. (2013). Twins for epigenetic studies of human aging and development. *Ageing Research Reviews, 12*(1), 182-187.

Tarazona-Santabalbina, F. J., Gómez-Cabrera, M. C., Pérez-Ros, P., Martínez-Arnau, F. M., Cabo, H., Tsaparas, K., ... y Viña, J. (2016). A multicomponent exercise intervention that reverses frailty and improves cognition, emotion, and social networking in the community-dwelling frail elderly: a randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Directors Association, 17*(5), 426-433.

Task Force. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation, 93*(5), 1043–1065.

Teixeira, C. M., Vasconcelos-Raposo, J., Fernandes, H. M., y Brustad, R. J. (2013). Physical activity, depression and anxiety among the elderly. *Social Indicators Research, 113*(1), 307-318.

Teychenne, M., Costigan, S. A., y Parker, K. (2015). The association between sedentary behaviour and risk of anxiety: a systematic review. *BMC Public Health*, *15*(1), 513.

Toni, G., Murri, M. B., Piepoli, M., Zanetidou, S., Cabassi, A., Squatrito, S., ... y Menchetti, M. (2016). Physical exercise for late-life depression: effects on heart rate variability. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, *24*(11), 989-997.

Toraman, N. F. (2005). Short term and long term detraining: is there any difference between young-old and old people?. *British Journal of Sports Medicine, 39*(8), 561-564.

Toraman, N. F., y Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *British journal of sports medicine*, *39*(8), 565-568.

Tsai, A. C. H., Lai, M. C., y Chang, T. L. (2012). Mid-arm and calf circumferences (MAC and CC) are better than body mass index (BMI) in predicting health status and mortality risk in institutionalized elderly Taiwanese. *Archives of gerontology and geriatrics*, *54*(3), 443-447.

Tsai, A. C., y Chang, T. L. (2011). The effectiveness of BMI, calf circumference and mid-arm circumference in predicting subsequent mortality risk in elderly Taiwanese. *British Journal of Nutrition*, *105*(2), 275-281.

Tsai, H. J., y Chang, F. K. (2017). Associations between body mass index, mid-arm circumference, calf circumference, and functional ability over time in an elderly Taiwanese population. *PloS one, 12*(4), 1-11.

Turunen, K., Salpakoski, A., Edgren, J., Törmäkangas, T., Arkela, M., Kallinen, M., ... y Sipilä, S. (2017). Physical Activity After a Hip Fracture: Effect of a Multicomponent Home-Based Rehabilitation Program—A Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 98*(5), 981-988.

Tyrovolas, S., Koyanagi, A., Olaya, B., Ayuso-Mateos, J. L., Miret, M., Chatterji, S., ... y Haro, J. M. (2015). The role of muscle mass and body fat on disability among older adults: a cross-national analysis. *Experimental Gerontology*, *69*, 27-35.

Umetani, K., Singer, D. H., McCraty, R., y Atkinson, M. (1998). Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *Journal of the American College of Cardiology, 31*(3), 593-601.

United Nations, 2012. *Department of Economic and Social Affairs.* Recuperado de http://www.un.org/en/development/desa/news/2012.html (accessed 13.05.17).

Vaca García, M. R., Gómez Nicolalde, R. V., Cosme Arias, F. D., Mena Pila, F. M., Yalamá, Y., Vicente, S., y Realpe Zambrano, Z. E. (2017). Estudio comparativo de las capacidades físicas del adulto mayor: rango etario vs actividad física. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 36*(1), 1-11.

Valenzuela, P.·, Castillo-García A·, Morales J., Izquierdo, M·, Serra-Rexach, J., Santos-Lozano, A·., y Lucia, A. (2019). Physical Exercise in the Oldest Old. *Comprehensive Physiology, 9* (4), 1281-1304.

Van Roie, E., Walker, S., Van Driessche, S., Baggen, R., Coudyzer, W., Bautmans, I., y Delecluse, C. (2017). Training load does not affect detraining's effect on muscle volume, muscle strength and functional capacity among older adults. *Experimental Gerontology, 98*, 30-37.

Vancampfort, D., Stubbs, B., Herring, M. P., Hallgren, M., y Koyanagi, A. (2018). Sedentary behavior and anxiety: Association and influential factors among 42,469 community-dwelling adults in six low-and middle-income countries. *General Hospital Psychiatry*, *50* (2018), 26-32.

Varela Arévalo, M. T. (2010). El reto de evaluar la adherencia al tratamiento en la hipertensión arterial. *Pensamiento Psicológico*, *7*(14) 127-140.

Vázquez-Morejon Jiménez, R., Jiménez García-Bóveda, R., y Vázquez Morejón, A. J. (2004). Escala de autoestima de Rosenberg: fiabilidad y validez en población clínica española. *Apuntes de Psicología*, *22*(2), 247-255.

Velásquez, M., Prieto, B., y Contreras, R. E. (2004). El envejecimiento y los radicales libres. Ciencias, 75(43), 36-43.

Venturelli, M., Lanza, M., Muti, E., y Schena, F. (2010). Positive effects of physical training in activity of daily living–dependent older adults. *Experimental aging research, 36*(2), 190-205

Vermeulen, J., Neyens, J. C., van Rossum, E., Spreeuwenberg, M. D., y de Witte, L. P. (2011). Predicting ADL disability in community-dwelling elderly people using physical frailty indicators: a systematic review. *BMC Geriatrics, 11*(1), 33.

Vesterinen, V., Häkkinen, K., Hynynen, E., Mikkola, J., Hokka, L., y Nummela, A. (2013). Heart rate variability in prediction of individual adaptation to endurance training in recreational endurance runners. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 23*(2), 171-180.

Villada, J. F. R. (2013). Promoción de la salud y prevención de la enfermedad en el adulto mayor desde una perspectiva investigativa integradora. *Hallazgos*, *10* (20), 109-122.

Voss, A., Schroeder, R., Heitmann, A., Peters, A., y Perz, S. (2015). Short-term heart rate variability—influence of gender and age in healthy subjects. *PloS One, 10*(3), 1-33.

Vroege, D. P., Wijsman, C. A., Broekhuizen, K., de Craen, A. J., van Heemst, D., van der Ouderaa, F. J., ... y Verhagen, E. A. (2014). Dose-response effects of a Web-based physical activity program on body composition and metabolic health in inactive older adults: Additional analyses of a randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research, 16*(12), 265.

Walston, J., Hadley, E. C., Ferrucci, L., Guralnik, J. M., Newman, A. B., Studenski, S. A., ... y Fried, L. P. (2006). Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *54*(6), 991-1001.

Wancata, J., y Friedrich, F. (2011). Depression: a diagnosis aptly used. *Psychiatric Danub, 23*(4), 406-411.

Wassink-Vossen, S., Collard, R. M., Voshaar, R. C. O., Comijs, H. C., de Vocht, H. M., y Naarding, P. (2014). Physical (in) activity and depression in older people. *Journal of Affective Disorders, 161*, 65-72.

WHO, 2011. *Global strategy on diet, physical activity and health*. Recuperado de http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/en/index.html

Wolfson, L. (2011). Gait and balance dysfunction: a model of the interaction of age and disease. *The Neuroscientist, 7*(2), 178-183.

Woo, J., Ho, S. C., y Sham, A. (2001). Longitudinal changes in body mass index and body composition over 3 years and relationship to health outcomes in Hong Kong Chinese age 70 and older. *Journal of the American Geriatrics Society*, *49*(6), 737-746.

World Health Organization (2010). *Reproductive Health. Medical eligibility criteria for contraceptive use*. (4th ed.). World Health Organization 2010.

World Health Organization. (2014). Global Status Report on Noncommunicable Diseases. Geneva: World Health Organization.

World Health Organzation. Good health adds life to years. Global brief for World Health Day 2012. (2012). Recuperado de http://whqlibdoc.who.int/hq/2012/WHO_DCO_WHD_2012.2_eng.pdf.

Yamamoto, K., Miyachi, M., Saitoh, T., Yoshioka, A., y Onodera, S. (2001). Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33*(9), 1496-1502.

Yang, A., Lv, Q., Chen, F., Wang, Y., Liu, Y., Shi, W., ... y Wang, D. (2020). The effect of vitamin D on sarcopenia depends on the level of physical activity in older adults. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, (2020), 1-13.

Yeh, C. P., Huang, H. C., Chang, Y., Chen, M. D., y Hsu, M. (2018). The reliability and validity of a modified squat test to predict cardiopulmonary fitness in healthy older men. *BioMed Research International*, *2018*.

Yusuf, E., Nelissen, R. G., Ioan-Facsinay, A., Stojanovic-Susulic, V., DeGroot, J., van Osch, G., ... y Kloppenburg, M. (2010). Association between weight or body mass index and hand osteoarthritis: a systematic review. *Annals of the Rheumatic Diseases, 69*(4), 761-765.

Zaleski, A. L., Taylor, B. A., Panza, G. A., Wu, Y., Pescatello, L. S., Thompson, P. D., y Fernandez, A. B. (2016). Coming of Age: Considerations In the Prescription

of Exercise For Older Adults. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal, 12*(2), 98-104.

Zamarripa Rivera, J. I. (2010). *Motivaciones y etapas de preparación para el cambio de comportamiento ante la actividad físico-deportiva en Monterrey NL, México* (Tesis doctoral). Recuperada de Retos.

Zamarripa, J., Ruiz-Juan, F., y Ruiz-Risueño Abad, J. (2019). El balance decisional, etapas de cambio y nivel de actividad física en estudiantes de bachillerato. *Andamios Revista de Investigación Social*, *16*(39), 379-401.

Zarsiorsky, V. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.

Zavala-González, M. A. y Domínguez-Sosa, G. (2011). Funcionalidad para la vida diaria en adultos mayores. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, *49*(6), 585-590

Zech, A., Drey, M., Freiberger, E., Hentschke, C., Bauer, J. M., Sieber, C. C., & Pfeifer, K. (2012). Residual effects of muscle strength and muscle power training and detraining on physical function in community-dwelling prefrail older adults: a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics, 12*(1), 68.

Zhang, S., Tomata, Y., Sugiyama, K., Kaiho, Y., Honkura, K., Watanabe, T., ... y Tsuji, I. (2016). Body mass index and the risk of incident functional disability in elderly Japanese: The OHSAKI Cohort 2006 Study. *Medicine, 95*(31).

Anexo A. Main sections of the doctoral thesis

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

GENERAL AND RESIDUAL EFFECT OF A MULTI-COMPONENT TRAINING PROGRAM FOR OLDER ADULTS.

COMPONENTS OF PHYSICAL CONDITION, INTERNAL LOAD AND ADHESION

THESIS TO OBTAIN THE DEGREE OF

PHD IN PHYSICAL CULTURE SCIENCES

Presents:

SILVIA CAROLINA MEDRANO MENA

DECEMBER 2020

Objectives and hypotheses

The *general objective* of this study is, to analyze the general and residual effect of a multi-component training program on the components of physical condition (morphological, muscular, cardiorespiratory, metabolic and motor), the internal burden (adaptation) of training and adherence to physical activity in functional older adults assistant to a social security institution and a public health institution of Monterrey Nuevo León and its metropolitan area. The following specific objectives are proposed to achieve the overall objective of the study:

1. Describe the sociodemographic and clinical characteristics of older adults and by participation group.
2. Evaluate physical condition through the morphological, muscle, cardiorespiratory, metabolic and motor component, among older adults and by participation group before, during and after the application of the multi-component training program.
3. Evaluate the effect of training on heart rate variability among older adults and by participation group before, during and after the implementation of the multi-component training program.
4. Estimate in the older adults of each participation group adherence to physical activity in relation to the stages of change of the Transteoric model, before, during and after the application of the multi-component training program.
5. Evaluate the residual effect of the multi-component training program at 7, 9 and 12 months on the fitness components and internal load of training in older adults in experimental group one.

The following are the group difference research hypotheses because we are looking to compare the (general and residual) effect of the multi-component training program among the participation groups:

H_1: The overall effect of the multi-component program on physical condition will not be the same by participation groups and between measurements.

H_2: The overall effect of the multi-component program on the internal load of training will not be equal by participation groups and between measurements.

H_3: Adherence to physical activity in older adults in the experimental group will present a transition from the preparation stage to the maintenance stage during participation in the program.

H_4: Older adults in experimental group two will remain in the maintenance stage during participation in the second part of the multi-component program.

H_5: The residual effect of the multi-component training program on glucose tolerance and fat metabolism in experimental group one will be partially present at 7 and 9 months.

H_6: The residual effect of the multi-component training program on glucose tolerance and fat metabolism in experimental group one will be lost within 12 months of the end of the program.

H_7: The residual effect of the multi-component training program on body composition, flexibility, endurance, blood pressure and balance in the experimental group one will be partially present at 9 months.

H_8: The residual effect of the multi-component training program on body composition, flexibility, endurance, blood pressure and balance in the experimental group one will be lost within 12 months of the end of the program.

H_9: The residual effect of the multi-component training program on bone mineral density, agility and coordination in experimental group one will be total within 12 months of the end of the program.

H_{10}: The residual effect of the multi-component training program on internal load will be partially present at 7 and 9 months in experimental group one.

H_{11}: The residual effect of the multicomponent training program on the internal load will be lost within 12 months of completing the program in experimental group one.

Studio design

It is a quasi-experimental, quantitative, cross-cutting type study, which allows the search for knowledge and the examination of the causality of the effect of the multi-

component training program on certain physical, physiological and psychological variables in a situation where it is not possible to have complete control.

The study was divided into two stages, for the first stage two groups were considered and non-randomly selected: an experimental group (EG) that was receiving the treatment (multi-component training program) and a non-equivalent control group (CG), previously established according to its activities established by the institution (crafts, board games, talks, among others) and which received no treatment and continued its activities in the institution.

In both groups, three measurements were made concerning the components of the physical condition, the internal burden of training and adherence to physical activity: an initial assessment was taken at week 0 (month 1), an intermediate evaluation at three months and a final evaluation at six months (week 26). For the second stage, the GE was divided into two subgroups selecting the participants non-randomly, since the distribution was made in such a way that both groups were compensated for their level of physical condition.

In EG_1 he was selected to evaluate the residual effect of training at the physiological level therefore did not continue with the training of the multi-component program and GE continued with its participation in multi-component training for a period of six months in order to evaluate adherence to physical activity. In both groups the evaluation was carried out at seven, nine and 12 months (Burns & Grove, 2004; Table 10).

Table 10

General protocol graph

Groups	Month 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
EG	O_1	X	X	O_2	X	X	O_3					
							EG_1 Residual effect	O_4		O_5		O_6
							EG_2 Adhesion	O_4	X	O_5	X	O_6
CG	O_1			O_2			O_3					

Note: O= Assessments (O_1 = Initial Evaluation; Or_2 = Intermediate evaluation; Or_3 = Final evaluation; O_4 = 3rd assessment per month 7; O_5 = 5th assessment per month 9; O_6 = 6th assessment per month 12); X = Administration of treatment; -- = Absence of treatment.

Procedure of the application of the treatment.

GE conducted its training sessions at the Health and Welfare Center, UANL Medical Services, on Mondays, Wednesdays, and Fridays of the week on two morning schedules, one hour for each session.

The periodization of the program was designed taking into account what Lanier established (2005) in the book **METHODOLOGY, PLANNING AND CONTROL OF SPORTS TRAINING**, according to this publication it was only considered the stage of general physical period, distributed in conditional physical capacities (strength, endurance, flexibility) and coordination (balance and coordination); and was established in 24 microcycles in six months, with three days of session per week of one hour.

The 24 microcycles were distributed in 12 stages, two weeks of adaptation and the rest of progression, starting with a low intensity to give rise to adaptation and thus follow up with a progression in the level of difficulty, intensity, volume and density (Table 11).

Table 11

Example of weeks of distribution in training stages

Stage				
Adaptation I 2 weeks	Adaptation II 2 weeks	Progression I 2 weeks	Progression II 2 weeks	LII progression 2 weeks
Adaptation and Low Intensity			Progression (Difficulty, Intensity, Volume, Density)	

Note: designed by the author of the study.

Respecting the journalization raised, it together took into account the considerations made by professional organizations and committees for the prescription of physical activity for the eldest: American College of Sports Medicine (ACSM), American Heart Association (AHA), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institutes (NIH), the Canadian Society of Exercise Physiology (CSEP), the British Geriatric Society (BGS) and the World Health Organization (WHO), as well as articles based on the dosage and implementation of the various physical capabilities

mentioned herein (Abrahin et al., 2014; ACSM's, 2018; Battaglia et al., 2014; Bellafiore, Paoli, Bianco & Palma, 2014; Duque et al., 2013; Kendall & Fairman, 2014; Venturelli, Lanza, Muti, & Schena, 2010; Zaleski, 2016).

Resistance was trained three times a week lasting 20 minutes in each session, moderate intensity (scale 5-6) was considered to be applied according to borg scale (1982) to vigorous (scale 7-8) as the progression of dance training (ACSM's, 2018; Kendall & Fairman, 2014; Zaleski et al., 2016).

The capacity for strength was trained twice a week, 20 minutes per session, with a rest time of 48 hours between each work session. Sand involved the large muscle groups (arms, shoulders, abdomen, legs, calves) of the upper and lower train with their respective variations in intensity, series, repetitions and rest as the advance. The level of these with submaximum test of 1RM of stress was determined when performing 8 repetitions. Subsequently it was considered a repetition with a higher weight every 2 minutes until the adult cannot lift the weight with the proper technique (Marzolini, Thomas & Goodman, 2008).

Flexibility training was enhanced twice a week, with your time of 10 minutes in the session. The distribution of the exercises was designed in cephalo-flow order, that is to say, head, shoulders, elbows, wrists, phalanges, trunk, hip, knees and ankles,, made with slow and rhythmic movements, yoga exercises and stretching exercises, carried out standing and on the ground (ACSM's, 2018; Kendall & Fairman, 2014; Zaleski et al., 2016).

Balance training consisted of different exercises, in static and dynamic balance. It started from the basics until the level of difficulty in exercises, series and repetitions increased. The exercises were divided into five activities lasting two minutes each, support material such as poles, hoops, balls and chairs were used as a safety average (ACSM's, 2018; Duque et al., 2013; Zaleski et al., 2016).

The prescription that was developed for each capacity and discloses the intensity, density, series and repetitions taking into account the requirements developed by multi-component programs and guides of the different organizations and professional committees for the prescription of physical activity for the eldest adult (Abrahin et al., 2014; ACSM's, 2018; Battaglia et al., 2014; Bellafiore, Paoli, Bianco &

Palma, 2014; Duque et al., 2013; Kendall & Fairman, 2014; Venturelli, Lanza, Muti, & Schena, 2010; Zaleski et al., 2016).

The use of material was varied and applied during the exercises' sessions for the different physical capacities; Appendix 7 shows an example of training session per day; in Appendix 8, the content regarding the warm-up phase, main activities and stretch exercises are presented. Each exercise presents the series and repetitions to be performed, the rest between activity, the material to be used, the total time for each phase and specifically for each exercise, as well as points out the hydration phase and the application of the Borg scale. Each session considered using music in accordance with the generational group of elderly to encourage participation, integration and maintaining interest during sessions.

In accordance with the aim of acquiring adherence, which is mentioned in the synthesis of literature by Lacy-Vawdon et. (2018), which mention the program factors that facilitate the assistance and continued compliance of AF in AM, incorporating both qualitative and quantitative findings to maximize the synthesis of the current state of knowledge.

For this reason, aspects such as the place, environment, schedule, material, and structure of the program (intensity, volume, exercises, among others) were considered. The treatment, availability and leadership, recognition of skills and successes obtained during the program by coaches throughout the session, is considered necessary to promote mood, motivation, and group cohesion.

Results

Sociodemographic features.

The very similar to that of the CG for the genus; 85% *(f* = 23) were women and 15% (f= 4) were men. With regard to marital status in the E 72.7%*(f* = 16) of AM is final shown analyzed was 49 older adults, by dividing it by participation group the EG consisted of 22 subjects with an average age of 68.36 years (± 11.97), of this group

81% (f= 18) consisted of women and 18% (f= 4) per men. The CG was composed of 27 older adults who averaged an age of 73.85 years (± 6.85), with a distribution found married and 59% (*f*= 13) lives with their partner, however, as far as the economy is concerned, most say they do not rely financially on another person*(f* = 15; 68.2%), in this regard the participants mentioned having pension and/or retirement support. In the CG, the predominance of marital status focused on widowness represented by 55.6% (f= 15), therefore 40.7% (f= 11) live alone, and the remaining 59.3% (f= 16) was distributed in older adults living with children, siblings and partners. Like the EG, in terms of the economy most participants (*f*= 15; 55.6%) referred to as non-economic dependence, because it has the support of a pension.

Components of participants' physical condition

The results of objective two are shown below: *Evaluate physical condition through the morphological, muscle, cardiorespiratory, metabolic and motor component, among older adults and by participation group before, during and after the application of the multi-component training program.*

3.3.1 Results of the morphological component.

The results obtained from baseline intake (Table 15) of size, weight and BMI showed no significant differences between participation groups, confirming uniformity between EG and CG subjects at the beginning of the study. However, there was no significant change in subsequent evaluations.

Table 15

Inferential analysis of size, weight and BMI between participation groups

Take	Variable	EG n= 20 (Media ± DE)	CG n= 25 (Media ± DE)	*p* value
Basal	Size (cm)	1.578 ± 0.090	1.540 ± 0.090	.952
	Weight (kg)	69.663 ± 12.521	67.860 ± 11.514	.890
	IMC (kg/m^2)	28.310 ± 4.347	28.886 ± 4.320	.891
Intermediate (3 months)	Size (cm)	1.578 ± 0.090	1.540 ± 0.090	.952
	Weight (kg)	67.352 ± 11.792	67.912 ± 11.045	.638
	IMC (kg/m^2)	27.061 ± 4.365	28.639 ± 4.273	.999
Final (6 months)	Size (cm)	1.569 ± 0.082	1.540 ± 0.090	.952
	Weight (kg)	68.078 ± 11.077	68.048 ± 11.863	.861
	IMC (kg/m^2)	28.921 ± 7.081	28.816 ± 4.578	.453

Note: EG = Experimental Group; CG = Control Group;
*= $p < .05$; ** = $p < .01$

Inferences made between subjects in each group demonstrated only significant change *(p* < .05) for EG, in the weight and BMI variables between baseline and intermediate intake (month three).

Results obtained according to intergroup inferential analysis on body composition with respect to fat mass (g), lean mass (g), bone mineral composition (g), visceral adipose tissue (g mass g), bone mineral density of the spine (g/cm2), bone mineral density of the pelvis (g /cm2), total body bone mineral density (g/cm2), lumbar bone mineral density 1-4 (g/cm2) and half femur bone mineral density (g/cm2), demonstrated in baseline evaluation uniformity between groups by not presenting a significant difference. As in the comparisons made between the basal and the final intake.

In the comparisons that were made between subjects of each participation group, it can be observed (Figure 13) that, in the GE, the participants manifested a significant change ($p < .05$) in visceral adipose tissue (kg) that is to say, they had a loss over the course of six months of physical activity. However, for GC significance manifested itself in lean mass loss (kg). The total fat mass of both groups did not prove to have a significant change, however, you can see the downward trend in EG subjects.

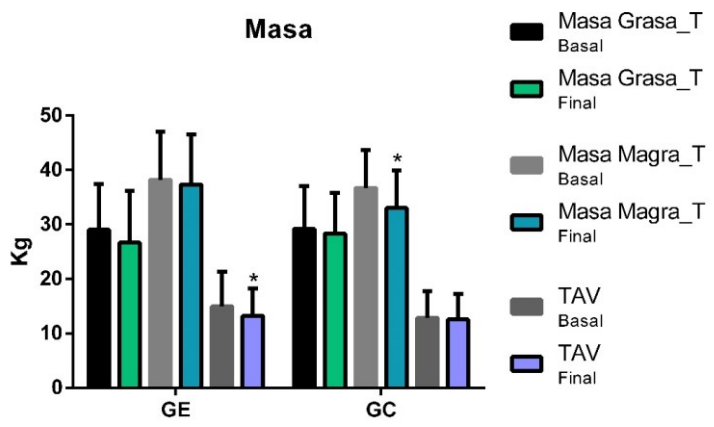

Figure 13. Comparison of body mass between participation subjects. GE =Experimental Group; GC = Control Group; Mass Grasa_T = Total Fat Mass; Mass Magra_T = Total Lean Mass; TAV = Visceral Adipose Fabric.
* $p < .05$ (significant intra-subject change of GE in TAV and GC in Mass Grasa_T).

The physical capacity of upper train flexibility (Figure 14), typical of the morphological component, presented homogeneity ($p > .05$) in the groups for basal intake. The comparison between groups showed that in the intermediate intake (three months), EG increased its upper train mobility range (glenohumeral joint), having a significant improvement ($p < .01$) compared to the CG. In the final evaluation, it was the CG that manifests a significant change $p < .05$) compared to EG, losing flexibility from the upper limbs.

Inferences between subjects in each participation group showed how EG presented a significant improvement ($p < .05$) by improving the mobility range by comparing the final evaluation with basal. On the other hand, the CG also exhibited significant changes ($p < .05$) among its subjects, in comparisons made between baseline and intermediate and basal evaluations with end, it was observed how participants were losing flexibility.

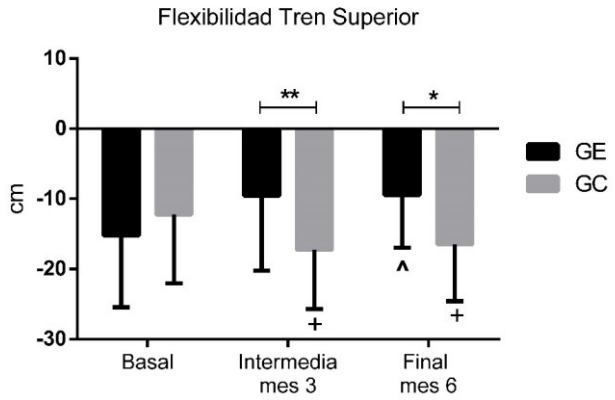

Figure 14. Comparison of the ability of superior train flexibility between groups and subjects of participation. GE = Experimental Group; GC = Control Group.
** *p* < .01 (significant change between GE and GC at intermediate and final socket).
* *p* < .05 (significant change between GE and GC in final evaluation).
^*p* < .05 (significant intra-subject change of GE between final and basal intake).
+ *p* < .05 (significant intra- subject change of GC between intermediate intake with basal and end with basal).

The results obtained from the upper train (Figure 17) resemble those obtained on the lower train. It was the EG that benefited from a significant increase in muscle strength (p< .01) when compared to GC in the intermediate and final intakes. Likewise, intra-subject comparisons, showed significant improvement (*p* < .05) for EG, having a progressive increase in muscle strength. The CG manifested a significant change (*p* < .05) by having a loss of strength between the intermediate and final socket.

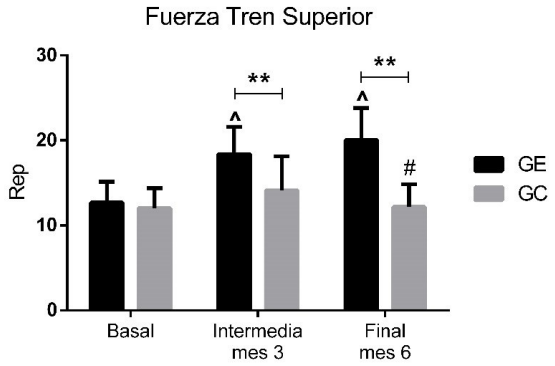

Figure 17. *Comparison of the superior train strength capacity between groups and subjects of participation. GE - Experimental Group; GC - Control Group; Rep - Replays*
** *p* < .01 (significant change between GE and GC in intermediate and final sockets).

^ *p* < .05 (significant intra-subject change of GE between the intermediate intake with basal and the final intake with basal and intermediate).
# *p* < .05 (significant intra-subject change of GC in final and intermediate sockets).

Results of the cardiorespiratory component.

The physical capacity of aerobic resistance did not demonstrate homogeneity *(p* >. 05) in baseline intake between groups, it was the EG that had higher values. The comparison of the groups in the intermediate and final evaluations showed how EG made a significant difference (*p* < .01) by having an improvement in aerobic resistance capacity. The CG, on the other hand, maintained constant values between all evaluations. (Figure 20).

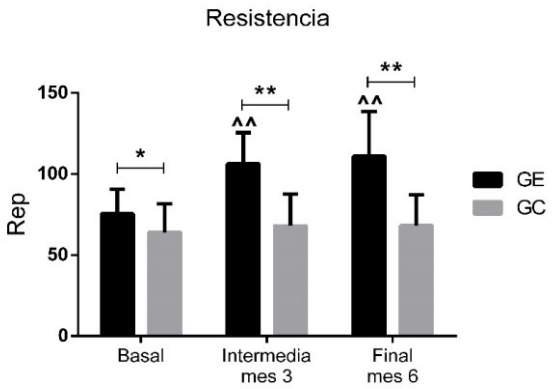

Figure 20. Comparison of resilience between groups and subjects of participation. GE - Experimental Group; GC - Control Group; Rep - Repeats.
* *p* < .05 (significant change between GE and GC in intermediate socket and final socket).
** *p* < .01 (significant change between GE and GC in the initial socket).
^^ *p* < .01 (significant intra-subject change of GE between the intermediate intake with basal and the final intake with basal).

Metabolic component results.

The metabolic component was evaluated through the parameters of cholesterol, triglycerides, and glucose. When comparing the results in basal intake, homogeneity was found in the groups in the three variables. The only significant change (*p* < .05) manifested itself in the glucose parameter (Table 18) in the comparison of the final evaluation, where it was the CG that presented the lowest parameters.

Table 18

Inferential analysis of glucose, triglyceride and cholesterol parameters between participation groups

Take	Variable	EG n= 20 (Media ± DE)	CG n= 25 (Media ± DE)	*p* value
Basal	Glucose (mg/dL)	82.250 ± 14.186	86.520 ± 24.183	.450
	Triglycerides (mg/dL)	177.444 ± 63.426	166.130 ± 63.217	.344
	Cholesterol (mg/dL)	209.000 ± 40.410	186.333 ± 28.943	.060
Intermediate month 3	Glucose (mg/dL)	66.333 ± 25.287	77.909 ± 67.157	.168
	Triglycerides (mg/dL)	157.312 ± 52.242	162.782 ± 86.286	.342
	Cholesterol (mg/dL)	176.700 ± 22.311	188.533 ± 27.372	.403
Final month 6	Glucose (mg/dL)	87.300 ± 12.320	72.272 ± 44.066	.001**
	Triglycerides (mg/dL)	146.157 ± 61.413	181.705 ± 85.274	.133
	Cholesterol (mg/dL)	191.294 ± 37.419	184.416 ± 24.603	.104

Note: EG = Experimental Group; CG = Control Group
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

Inferences between GE participation subjects demonstrated for the triglyceride parameter (Figure 21), a significant change ($p < .05$) by presenting an increase between baseline and final intake. The subjects of the GC had no changes to any of the comparisons.

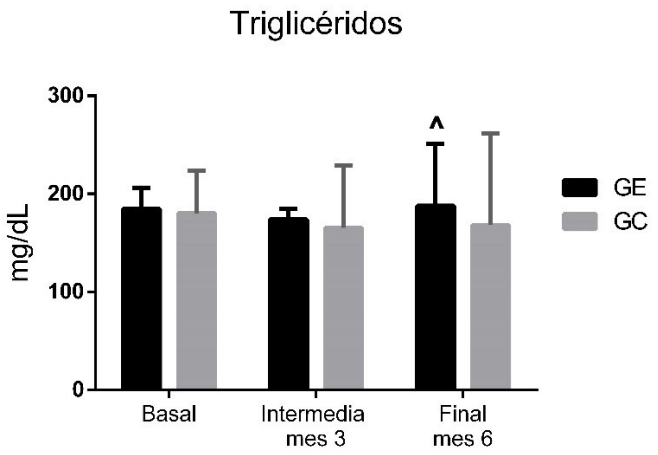

Figure 21. Comparison of triglyceride parameters between groups and participation subjects. GE = Experimental Group; GC = Control Group.
p < .05 (significant intra-subject change of GE between the final evaluation with basal).

Significant changes ($p < .05$) were observed for the cholesterol parameter (Figure 22) in both groups having a decrease in milligrams per deciliter (mg/dL). The EG presented the change in the comparison of baseline and final intake, while the CG stated this in the comparison of the intermediate and final intake. It should be noted that it was the GC that maintained the highest values during the six months of intervention.

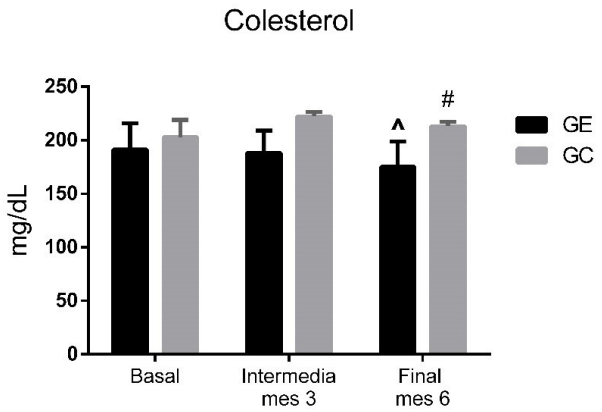

Figure 22. Comparison of cholesterol parameters between groups and participation subjects. GE = Experimental Group; GC = Control Group.
^ $p < .05$ (significant intra-subject change of GE between the final evaluation with basal).
# $p < .05$ (significant intra-subject change of GC in intermediate sockets with end).

For the glucose parameter (Figure 23), homogeneity ($p > .05$) could be observed between groups with a similarity in baseline intake results. The only significant change ($p < .05$) that could be observed between EG and CG was in the final intake, where the GC manifests a decrease in glucose parameters.

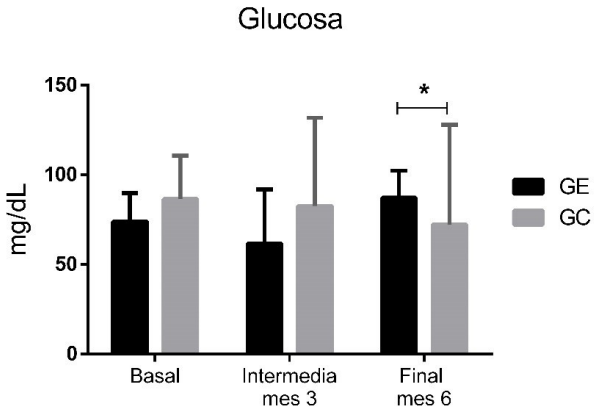

Figure 23. Comparison of glucose parameters between groups and participation subjects. GE = Experimental Group; GC = Control Group.
* $p < .05$ (significant change between GE and GC in final evaluation).

3.4 Results of the effect of training on heart rate variability

Below are the results of specific goal number three: Evaluate the effect of training on heart rate variability among older adults *and by participation group before, during and after the implementation of the multi-component training program.*

The results of the baseline intake demonstrated homogeneity between the groups by not presenting significant differences ($p > .05$) in each of the variables (Table 19). Although there were not significant differences in the intermediate evaluation, changes were presented until the comparison made in the final evaluation, at month six of concluding with the first stage.

Table 19

Inferential analysis of heart rate variability parameters between participation groups

Take	Variable	EG *No.* 20 (Media ± DE)	CG *No.* 25 (Media ± DE)	*p* value
Basal	rMSSD (ms)	15.161 ± 8.962	18.981 ± 11.712	.185
	pNN50 (%)	1.879 ± 4.253	2.904 ± 7.202	.068
	SS (AU)	26.894 ± 11.726	29.572 ± 15.371	.524
Intermediate (month 3)	rMSSD (ms)	19.370 ± 14.174	22.225 ± 19.981	.973
	pNN50 (%)	3.370 ± 9.014	6.828 ± 12.571	.513
	SS (AU)	25.011 ± 10.877	22.831 ± 16.739	.102
Final (month 6)	rMSSD (ms)	30.096 ± 26.452	16.864 ± 13.770	.015*
	pNN50 (%)	9.660 ± 17.483	3.116 ± 9.609	.013*
	SS (AU)	19.105 ± 6.886	28.874 ± 12.992	.005*

Note: EG = Experimental Group; CG = Control Group; SS = Stress Index.
* = $p < .05$; ** = $p < .01$

The results obtained for the rMSSD index showed a significant difference ($p < .05$) between the participation groups in the final evaluation. It was the EG that indicated an improvement in parasympathetic activity after the physical intervention was completed. In turn, a trend to the decrement in this variable for CG (Figure 24).

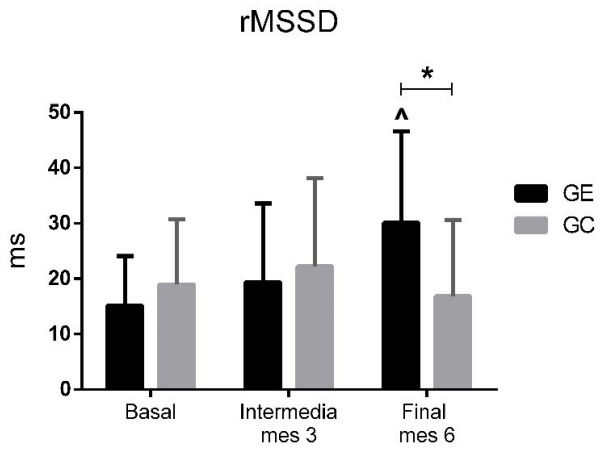

Figure 24. Comparison of the rMSSD index of heart rate variability between groups and participation subjects. GE = Experimental Group; GC = Control Group; *p* < .05.
* *p* < .05 (significant change between GE and GC in final evaluation).
^ p < .05 (significant intra-subject change of GE between the final evaluation with basal).

The behavior of the pNN50 index reported significant results similar to the previous one when reflected until the last take (Figure 25).

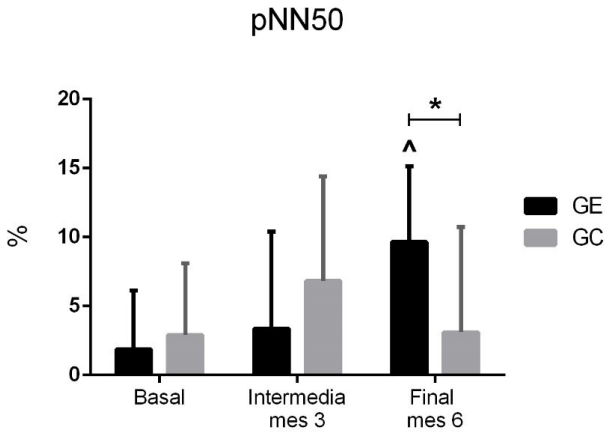

Figure. 25. Comparison of the pNN50 index of heart rate variability between groups and participation subjects. GE = Experimental Group; GC = Control Group.
* *p* < .05 (significant change between GE and GC in final evaluation).
^ p < .05 (significant intra-subject change of GE between the final evaluation with basal).

Finally, the stress index parameter (Figure 26) demonstrated significant changes (*p* < .05) for subjects in both groups. These differences are presented at the middle and final scores with lower values; but for the CG in which the change presented

an increment, indicating that EG decreased parasympathetic activity and the GC increased it.

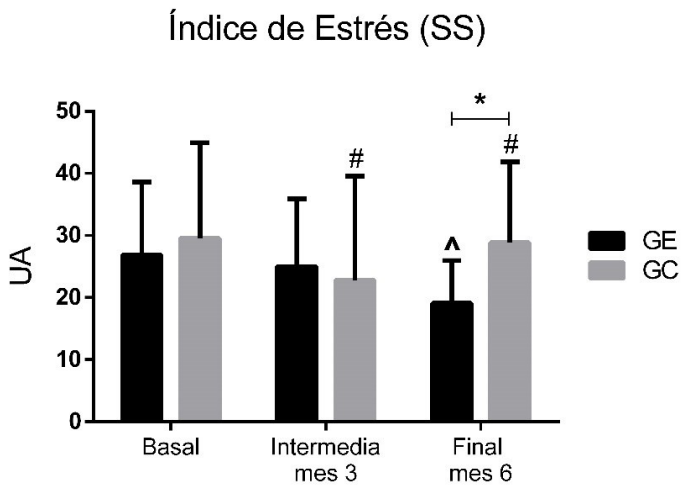

Figure 26. Comparison of the SS index of heart rate variability between groups and participation subjects. GE = Experimental Group; GC = Control Group.
* $p < .05$ (significant change between GE and GC in final evaluation).
^ $p < .05$ (significant intra-subject change of GE between the end intermediate socket).
# $p < .05$ (significant intra- subject change of GC in intermediate sockets with basal and end with intermediate).

3.5 Results of adherence to physical activity

Below are the results of specific objective number four of stage 1 and 2 of the study: Estimate in older adults *of each participation group adherence to physical activity in relation to the stages of change of the Transteoric model, before, during and after the application of the multi-component training program.*

Table 20 shows in detail the change they presented in the pre-contemplation, contemplation, preparation, action, and maintenance stages of the two participation groups over six months (duration of intervention of the multi-component program).

Table 20

Descriptive analysis of the stages of first stage change, between participation groups

Take	Variable	EG n= 22		CG n= 25	
		f	%	*f*	%
Basal	Pre-Contemplation				
	Contemplation	2	10	1	4
	Preparation	9	45	1	4
	Action	3	15	6	24
	Maintenance	6	30	17	68
Intermediate (month 3)	Pre-Contemplation				
	Contemplation			1	4
	Preparation			1	4
	Action	12	60	5	20
	Maintenance	8	40	18	72
Final (month 6)	Pre-Contemplation			1	4
	Contemplation			6	24
	Preparation			5	20
	Action			1	4
	Maintenance	20	100	12	48

Note: GE = Experimental Group; GC = Control Group; f = frequency; % = percentage.

The results of the first stage of the baseline intake program (Table 20) revealed that most CG participants were in the most active stages, that is to say, in maintenance (68%) and the action. On the other hand, just over half of EG participants were placed in the less active stages (55%), that is to say, in preparation (45%) contemplation (10%) compared to those in the most active stages (45%) maintenance (30%) action (15%). Therefore, the CG had a higher prevalence of participants in the most active stages and therefore were more active prior to the intervention of the multi-component program than gee participants.

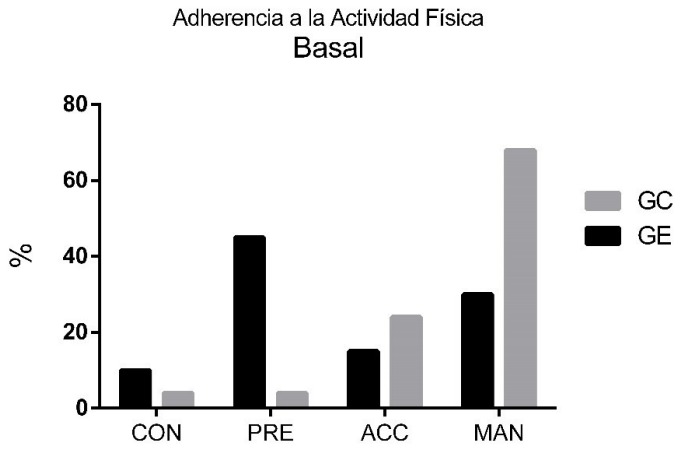

Figure 27. Classification of adherence to the physical activity of GC and GE in baseline intake according to the stages of change. GE = Experimental Group; GC = Control Group; CON = Contemplation; PRE - Preparation; ACC = Action; MAN = Maintenance.

After the first three months of the intervention, 72% of the CG was in the maintenance stage and 60% of EG at the stage of action (Figure 28), which explains that GE subjects went from preparation to physically active.

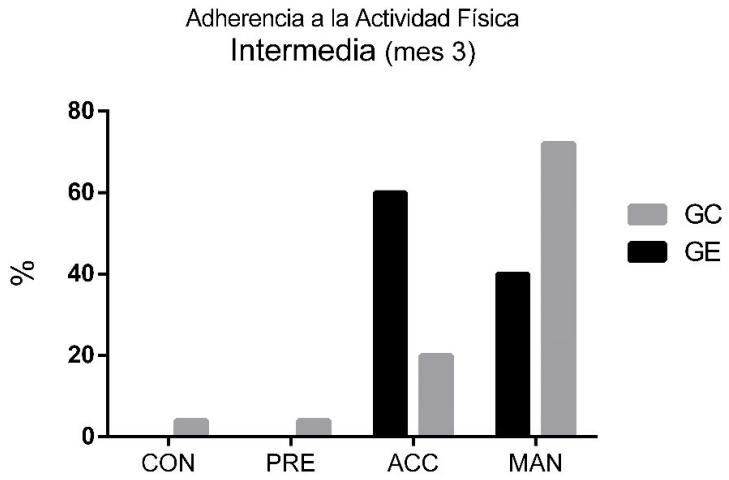

Figure 28. Classification of adherence to the physical activity of GC and GE in the intermediate intake according to the stages of change. GE = Experimental Group; GC = Control Group; CON = Contemplation; PRE = Preparation; ACC = Action; MAN = Maintenance.

In the final evaluation, after the intervention was completed, 48% of the CG was established at the maintenance stage, having a percentage loss of approximately 48%. In this change, it was noted that the CG participants were distributed in the pre-contemplation and contemplation stages, that is to say, that if they remained active for more than six months, there were those who decided not to continue physical activity anymore and others to postpone their reinstatement. Finally, EG maintained 100% of the subjects at the maintenance stage, they were doing physical activity for six consecutive months (Figure 29).

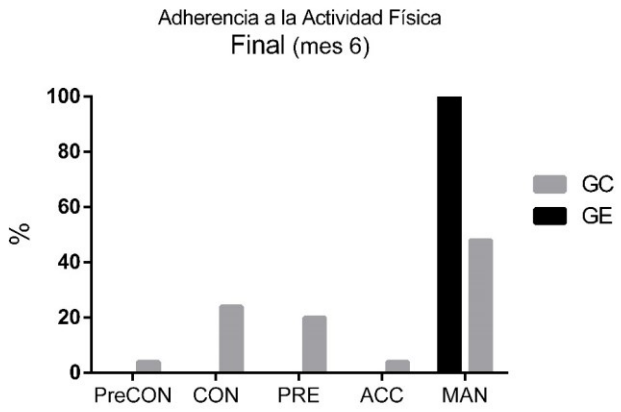

Figure 29. Classification of the GC and GE in the change stages according to the Transteoric model of change in the final evaluation. GE = Experimental Group; GC = Control Group; PreCON = Pre-contemplation; CON = Contemplation; PRE = Preparation; ACC = Action; MAN = Maintenance.

For the second stage of the study, EG was subdivided into two groups, G1 (Residual Group) and G2 (Adherence Group). At baseline and intermediate intake both groups maintained the same values, in G2 all subjects were in the maintenance stage (Table 21). On the other hand, the G1 kept the subjects at the contemplation stage, that is to say, they were intended to do physical activity (Table 21).

Table 21

Descriptive analysis of the stages of second stage change, between subjects of the participation groups

Take	Variable	G1 n= 25		G2 n= 22	
		f	%	*f*	%
Residual Basal (my 7)	Pre-Contemplation				
	Contemplation	10	100		
	Preparation				
	Action				
	Maintenance			10	100
Residual Intermedia (my 9)	Pre-Contemplation				
	Contemplation	10	100		
	Preparation				
	Action				
	Maintenance			10	100
Residual Final (my 12)	Pre-Contemplation				
	Contemplation	4	40	1	10
	Preparation	6	60		
	Action				
	Maintenance			9	90

Note: G1 = Residual group; G2 = Adhesion group; f = frequency.

In the final evaluation (Figure 30) it was observed in G1 that of 100% of subjects at the contemplation stage, 40% went to the preparation stage, meaning they were ready to rejoin physical activity within the next 30 days. Of the G2, 10% of being physically active, he went back to the stage of contemplation for health and personal reasons.

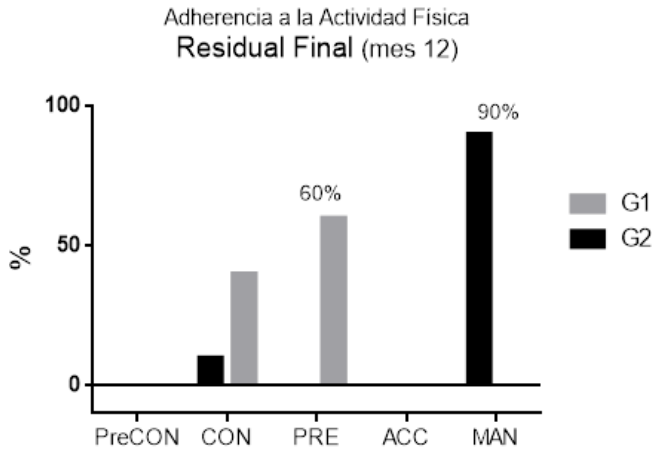

Figure 30. Classification of the G1 and G2 in the change stages according to the Transteoric model of change in the final evaluation. GE = Experimental Group; GC - Control Group; PreCON = Pre-contemplation; CON = Contemplation; PRE = Preparation; ACC = Action; MAN = Maintenance.

3.6 Results of the residual effect of the training program

The following section shows the results of the second stage of the study (six months after physical intervention) for specific objective number five: *Evaluate the residual effect of the multi-component training program at 7, 9 and 12 months* on the fitness components and the internal burden of training in older adults in experimental group one.

3.6.1 Results of the morphological component.

The results obtained from the size, weight and BMI parameters did not prove to have a significant difference in the comparison of both groups. This makes it possible to infer that as far as the weight and BMI for G1 (residual effect) is not significantly altered by the lack of physical activity.

Results obtained according to intergroup inferential analysis on body composition through DXA showed that in most parameters except for bone mineral density of the pelvis (g/cm2) and total body bone mineral density (g/cm2), there is no significant difference ($p > 0.05$). So, it can be concluded that the G1 with three and six months of physical inactivity does not present significant losses compared to the group than if it remained active.

The bone mineral density of the pelvis stated to be significantly better *(p* < .05) for G2 (physically active), compared to G1 in the intermediate and final intake. This may mean that subjects who followed up with physical exercise improved their values as G1, as shown in Figure 31, kept their results constant in all three evaluations.

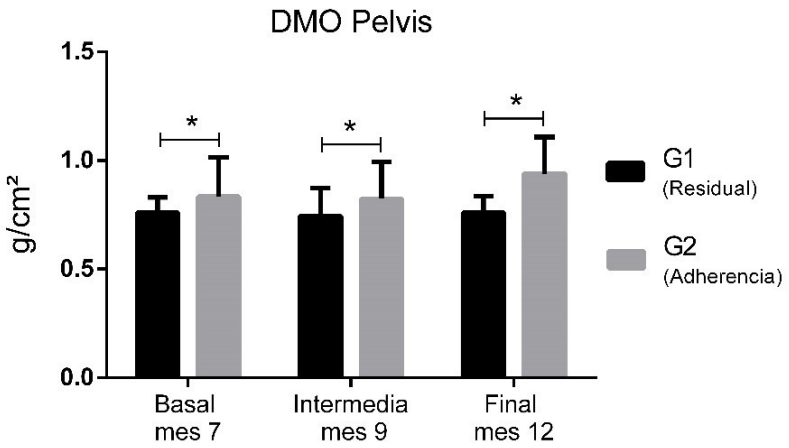

Figure 31. Behavior of bone mineral density of the pelvis between participation groups. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group.
* *p* < .05 (significant change between G1 and G2 in all three evaluations).

Total body bone mineral density showed significant change (p<0.05) for G2 by demonstrating an improvement in intermediate and final intake, compared to G1, as these also kept the results stable during the six months of physical inactivity (Figure 32).

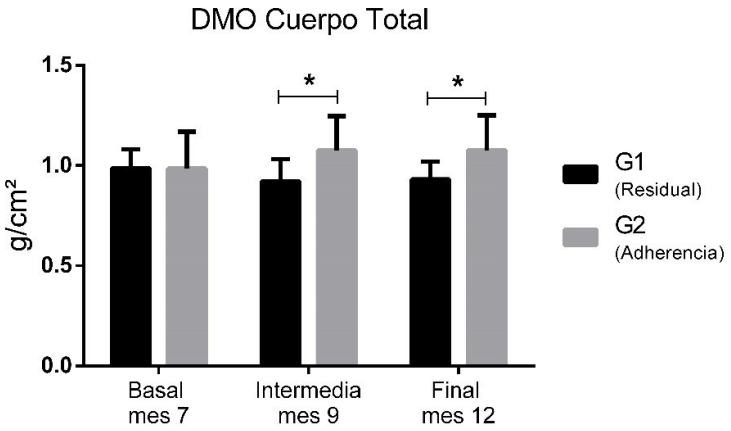

Figure 32. Behavior of the total body's bone mineral density between participation groups. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group.
* *p* < .05 (significant change between G1 and G2 in intermediate and final sockets).

The comparison made between the subjects of each group showed changes in few variables, such as the bone mineral density of the spine, in which it was reflected that the G1 had a significant loss *(p* < 0.05) between the basal intake (month seven) and the final (month twelve), in Figure 33 you can see the progressive decrease of the parameter, while the G2 remained stable, without gains or losses.

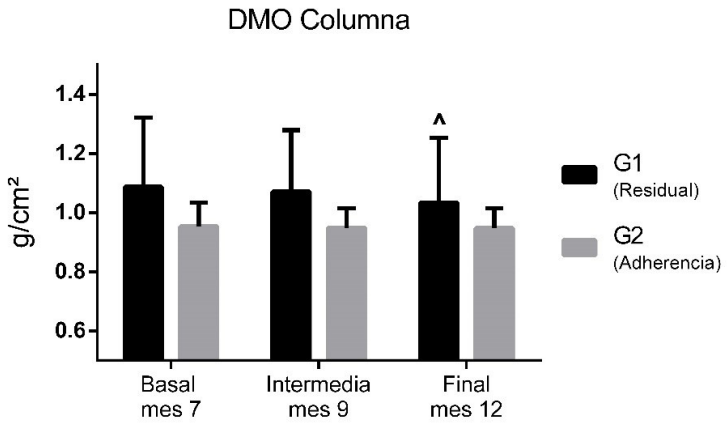

Figure 33. Behavior of bone mineral density of the spine among participation subjects. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group.
p < .05 (significant intra-subject change of G1 between the end-to-end socket with basal).

For the bone mineral density of the lumbar area, it is the G1 that has a significant decrease (*p* < .05) between the basal and intermediate intake. The G2 remained stable during all three evaluations (Figure 34).

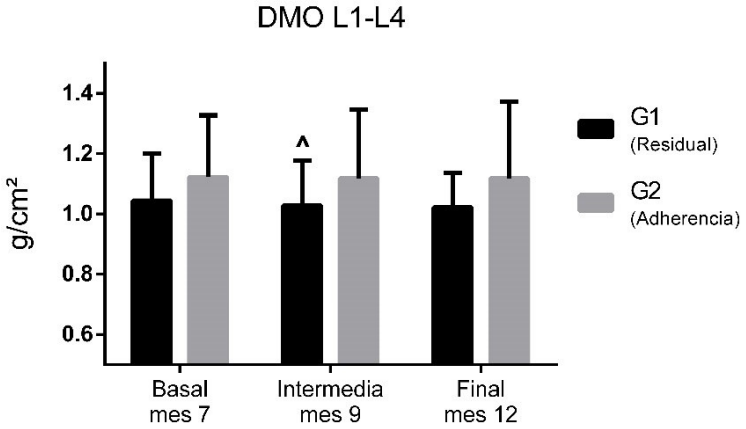

Figure 34. Behavior of bone mineral density of the lumbar area among participation subjects. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group.
Note: G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group; *p* < .05.
^ *p* < .05 (significant intra-subject change of G1 between the end intermediate socket).

Finally, it is the G1 that also shows a significant loss *(p* < .05) for the total lean mass, in comparing the intermediate intake with the basal. Figure 35 shows the progressive decrease in loss that the group presents, possibly associated with physical inactivity.

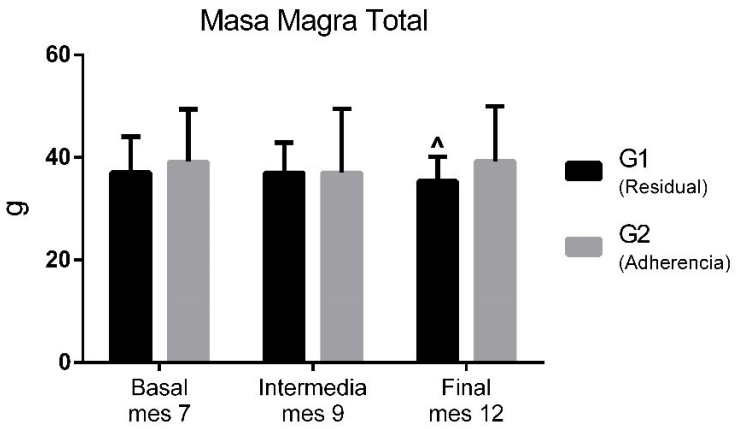

Figure 35. Total lean mass behavior among participation subjects. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group.
^ *p* < .05 (significant intra-subject change of G1 between the final evaluation with intermediate).

For the lower and upper train flexibility parameter, comparisons did not demonstrate significant changes (*p* > .05) between the two groups. With these results it can be understood that G1 over the course of six months without physical activity, does not lose flexibility significantly compared to the group than if you exercise.

3.6.2 Muscle component results.

The muscle strength for the upper (biceps) and lower (quadriceps and buttocks) has no significant change in the comparison of both groups in either of the evaluations.

However, as can be seen in Figure 36, the G1 showed a decrease in lower train strength, which turns out to be significant in comparing the basal take with end and intermediate with end. The same was the case for the G2, where the change was presented in the comparison of the intermediate and final evaluation.

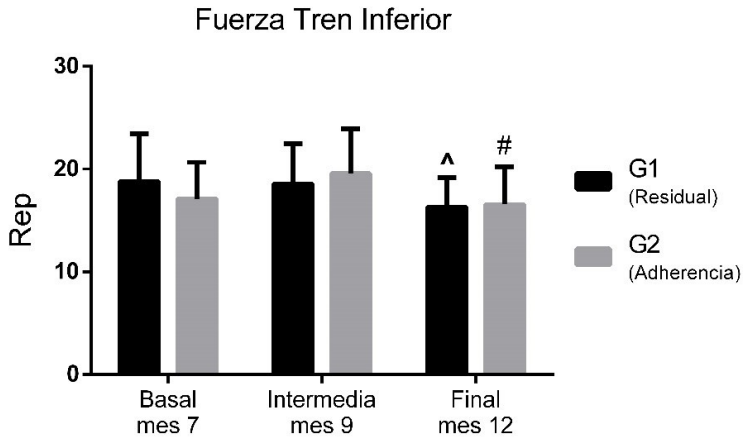

Figure 36. Comparison of the physical capacity of lower train strength between participation subjects. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group.
^ p < .05 (significant intra-subject change of G1 between the final intake with intermediate and basal).
# *p* < .05 (significant intra- subject change of G2 in intermediate intakes with basal and end with intermediate).

3.6.3 Results of the cardiorespiratory component.

Physical aerobic resistance capacity had lower values than G2 in all three evaluations, however, there is no significant difference (*p* < .05) compared to G2.

Comparisons between subjects (Figure 37) showed that G1 had a significant loss *(p* <.05) of performance in the comparison of the intermediate and final take. G2 although it did not exhibit significant changes (*p* > .05) had an improvement in intermediate intake with values almost similar to basal intake.

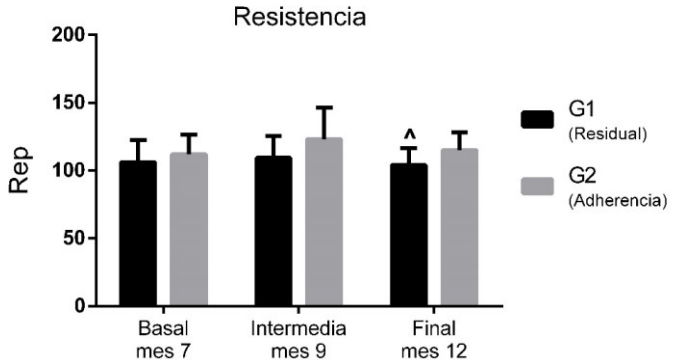

Figure 37. Comparison of physical resilience between participation subjects. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group. ^ p < .05 (significant intra-subject change of G1 between the final evaluation with intermediate).

3.6.4 Metabolic component results.

Glucose, triglyceride, and cholesterol parameters (Table 28) of the metabolic component were shown to have a significant difference between G1 and G2 in intermediate and final intakes in triglycerides and glucose, with G1 having the highest values.

Table 28

Inferential analysis of glucose, triglycerides and cholesterol among participation groups

Take	Variable	G1 n= 10 (Media ± DE)	G2 n= 10 (Media ± DE)	*p* value
Basal (month 7)	Glucose (mg/dL)	84.222 ± 11.883	86.111 ± 18.148	.797
	Triglycerides (mg/dL)	187.333 ± 111.489	130.111 ± 44.324	.172
	Cholesterol (mg/dL)	195.778 ± 28.774	164.400 ± 26.876	.069
Intermediate (month 9)	Glucose (mg/dL)	72.714 ± 3.365	88.250 ± 19.601	.116
	Triglycerides (mg/dL)	216.833 ± 89.580	129.250 ± 39.730	.029*
	Cholesterol (mg/dL)	205.000 ± 34.161	187.500 ± 30.343	.354
Final (month 12)	Glucose (mg/dL)	94.900 ± 13.828	79.500 ± 18.320	.028*
	Triglycerides (mg/dL)	150.600 ± 49.054	148.000 ± 48.361	.909
	Cholesterol (mg/dL)	197.700 ± 47.214	180.667 ± 29.857	.446

Note: G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group. * = $p < .05$; ** = $p < .01$

The glucose parameter (Figure 38) had a significant difference ($p < .05$) for G1 by having higher values than G2.

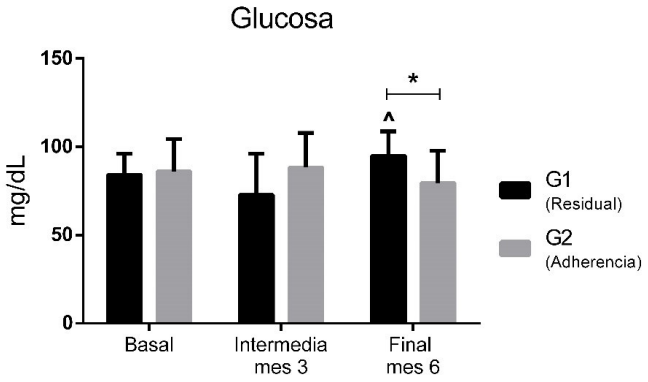

Figure 38. Glucose behavior in the comparison between participation groups. G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group.
* $p < .05$ (significant change between G1 and G2 in final evaluation).

Thus, triglyceride values (Figure 39) had significantly higher changes in G1 compared to G2 in the final evaluation.

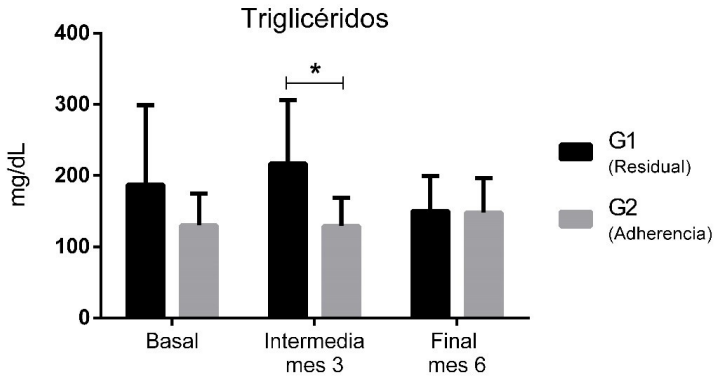

Figure 39. Behavior of triglycerides in the comparison between participation groups. G1 - Residual Group; G2 = Adhesion Group.
* *p* < .05 (significant change between G1 and G2 at the intermediate socket).

3.6.5 Results of the training effect on heart rate variability.

Finally, comparisons for heart rate variability parameters (Table 29) showed no significant changes between G1 and G2 in any of the variables, so it suggests that for G1 the residual effect of the program has had lasting effects over three to six months of physical inactivity , while for G2 although there were non-significant increases (p > 0.05), the results did not drop.

Table 294

Inferential analysis of heart rate variability between participation groups

Take	Variable	G1 n= 10 (Media ± DE)	G2 n= 10 (Media ± DE)	*p* value
Basal (month 7)	RMSSD (ms)	24.925 ± 19.021	36.840 ± 36.826	.673
	pNN50 (%)	7.675 ± 14.502	15.160 ± 26.176	.958
	SS (AU)	24.029 ± 9.125	18.100 ± 4.943	.711
Intermediate (month 9)	RMSSD (ms)	26.363 ± 20.144	44.680 ± 49.132	.874
	pNN50 (%)	9.325 ± 13.164	18.660 ± 31.430	.591
	SS (AU)	25.931 ± 13.085	16.782 ± 5.748	.791
Final (month 12)	RMSSD (ms)	24.878 ± 15.162	37.243 ± 34.110	.705
	pNN50 (%)	8.011 ± 9.473	13.771 ± 23.196	.677
	SS (AU)	42.837 ± 57.162	17.477 ± 11.162	.290

Note: G1 = Residual Group; G2 = Adhesion Group; SS = Stress Index. * = *p* < .05; ** = *p* < .01

Comparisons made between the subjects in each group also did not show differences between them in any of the evaluations, so the idea that the residual effect of three and six months on G1 has maintained the positive effects of physical activity without significantly altering the parameters is still supported. On the other hand, the G2 no longer had significant increases so it follows that the training loads were not effective for the subsequent six months of physical activity.

Discussion

Once the analysis and description of the results by the multi-component training program in older adults is completed, the discussion section is presented below, whose objective is to interpret and consolidate the results obtained, as well as propose future lines for new research. The breakdown of the section considers the order by objectives and assumptions in question.

4.1 Sociodemographic and clinical characteristics

Based on the findings found and based on the first specific objective that was to describe the sociodemographic and clinical characteristics of older adults, it is observed that both gender, the age of the participants, the type of pathologies (hypertension), skeletal muscle problems (falls, fractures and body pain) and economic dependence, are similar for both groups. However, in data such as schooling, marital status and housing, there is disagreement between the two groups. It is important to consider the differences in these variables given that this may have some relation to improving the level of physical activity, because as Chavarría, Barrón & Rodríguez (2017) mentions, factors such as the degree of schooling, gender and marital status, can influence and be decisive in the level of physical activity and nutrition that an adult may have, since by having a good level of academic preparation or occupation and social stability, it allows the adult to be more selective in those activities that help him to have a better quality of life.

The heterogeneity given by sociodemographic factors is not unique to a single specific region or population. In a study conducted in the Brazilian population (Junior et al., 2018) through a multivariate regression analysis, he demonstrated those factors

associated with a low level of physical activity. In disagreement with our study, Junior et al. (2018) referred that being male, having a BMI greater than 27kg/m^2 and suffering from less than three chronic diseases, has a positive association with a low level of physical activity.

The above is concluded that it is important to consider within the selection criteria characteristics related to social and clinical aspects to make the study sample as homogeneous as possible. However, in the case of quasi-experimental or experimental studies, considering these factors reduces the possibility of having a sufficiently representative sample quantity. The quality of life coupled with the aging process makes the older adult a population with characteristics that makes them increasingly difficult to homogenize, therefore, the focus should be on the design of instruments and strategies that allow to consider the diversity of factors associated with the level of physical activity of this population.

However, methodological options such as considering the increase in sample size, sectioning groups by gender, age, pathologies or context, could favor more accurate results for study variables.

4.2 Fitness components

The results obtained to respond to the second objective whose proposal was to evaluate physical condition through the morphological, muscle, cardiorespiratory, metabolic and motor component, among older adults and by participation group before, during and after the implementation of the multi-component training program, are presented below in a specific way for each component.

4.2.1 Morphological component.

Variables such as weight, size, and BMI show no significant changes between participation groups during the implementation period of the multicomponent training (six months). This result may be due to the lack of food intervention that reinforces the possibility of significant change.

Recent studies such as Englund and collaborators (2018) show how six-month physical intervention, accompanied by dietary supplementation (mainly whey protein,

vitamin D and calcium), has significant changes in body composition (decreased intramuscular fat and increased muscle density). However, according to the results on this study, in other research (Ng et al., 2015), with the same time characteristics, they made a comparison of how the older adult responds to a program with different interventions (nutritional, physical, cognitive, combined and control), and shows that despite supplementation, the changes do not have a significant difference compared to physical intervention, that is to say, both provide benefits for the variables studied, but not for weight and BMI.

Variables such as fat mass, total lean mass, bone mineral composition, visceral adipose tissue, bone mineral density of the spine, pelvis; lumbar and femur also do not have significant changes in group comparison, so the idea of lack of nutritional intervention continues to be maintained, as it is an essential part of seeing the change in body composition. A recent study by Cancela, Perez, Rodrigues & Bezerra,2020 mentions the effects that an eight-month multi-component training program has on variables such as body composition, strength, and BMD. The results obtained on the femur BMD variable were significant, despite not using nutritional elements as support, and only the implementation of physical activity twice a week for 60 minutes, that is, that just by performing exercise, the favorable changes for the group with intervention could be noticed. This suggests that unlike this study, the significant change manifested itself as having lasted eight months of training.

Although no significant results were found to be demonstrated between participation groups, significant change can be shown among the subjects in each group. While EG has a significant loss over visceral adipose tissue, CG manifests significant loss in total lean mass, both over the course of six months. Changes in GE subjects can be explained from the idea that physical activity, specifically strength and endurance, favors reducing the amount and risks that visceral fat can trigger (Diaz, Espinoza-Navarro & Pino, 2015). Thus, the results of CG subjects are supported by various scientific evidence showing that physical inactivity can be triggered by loss of muscle mass, which is commonly known in an adult as sarcopenia and favors the development of fragility (Fernández-Villa et al., 2017; Smith et al., 2020; Solano-García & Carazo-Vargas, 2018).

It should be mentioned, that so far in the revised literature, highlight those researches with the use of dietary supplements that have as main purpose the improvement of muscle mass and weight loss (Oh, Jeon, Storm, Jho, & No, 2017; Rondanelli et al., 2016; Yang et al., 2020) as well as the improvement of bone mineral density (Burtetal., 2019; Jiang et al., 2019) to help slow the development of fragility. However, it is very limited the information that grants the effects of a food control (diet) on non-existent parameters that are involved with the health of the eldest adult, given that as mentioned above, the diversity of heterogeneous characteristics that make up the process of aging of an individual is very varied (pathologies, habits, economic, social, psychological factors, among others), so administering a eating control has to be specific to the particular needs of the adult. Finally it should be understood that the nutrition acquired by a correct diet and / or the use of food supplements favor to obtain optimal results at the physical, psychological and physiological level (Barrera and Osorio, 2007),which is understood as a healthy aging.

Finally, it is concluded that, despite the importance of multidisciplinary work between nutrition and physical training in order to observe significant results, multi-component training is feasible for successful changes in body composition, even increasing the time in physical intervention, leading to changes in physiological condition to which the older adult is already subjected , the results usually take time to manifest.

The physical capacity of flexibility as part of the morphological component, presents in the EG a significant improvement in both upper and lower limbs, as well as other studies with multicomponent modality(Kang, Hwang, Klein & Kim, 2015; Rosero et al., 2020), even as those who make specific mention about the development and improvement of flexibility (Stathokostas, Little, Vandervoort & Paterson, 2012). These studies have as a similar characteristic, the inclusion of specific trainings for this capacity in each of the sessions. However, a preliminary study reported by Morton, Whitehead, Brinkert & Caine, (2011) in the Journal of Strength and Conditioning Research, presented the results of comparing a full-range strength training intervention and stretching intervention, and the result was that both protocols significantly improved flexibility compared to the control group, but not between the two interventions.

Another contribution (Moreside & McGill, 2012) analyzes the effect of three interventions on the hip range of motion, two of which used passive hip stretches with some variations between the two and the other performed muscle resistance of the trunk.. Although the results show improved mobility range in all three groups, it was the force-intervening group, which exhibited only significant changes in three of the five conditions that were evaluated. It has been explained that there is not yet sufficient consistent evidence about the type, frequency or duration related to flexibility training. Joint movement is related to morphological elements such as muscles, bones, and connective tissues. In particular, muscle and fascia are responsible for 41% of the movement resistance of a joint, so an increase in muscle endurance will decrease the tension of the myofibrillas and increase the range of motion.

The multi-component training program of this research considers what various literature has exposed and refers to the method of using dynamic and static stretching, some authors mention that performing dynamic stretching in the warming phase allows to prepare the body for a greater physical demand by increasing the speed of neural conduction, flexibility, maximum muscle strength, power(ACSM, 2018; Aguilar et al., 2012; Behm, Blazevich, Kay & McHugh, 2016; Chatzopoulos, Galazoulas, Patikas & Kotzamanidis, 2014). Static stretching on its side, by demonstrating its effectiveness in improving flexibility and joint range of motion(Su, Chang, Wu, Guo & Chu, 2017), is ideal for incorporating into the cooling phase as it has been investigated that performing these exercises can slow muscle strength, even increase the risk of injury from the joint instability generated(Kistler, Walsh, Horn & Cox 2010; McHugh & Cosgrave, 2010).

4.2.2 Muscle component.

Strength is one of the capacities that most importantly takes during the elderly, as reported in diversity of studies, presenting a decreased muscle mass and strength favors the development and suffering of sarcopenia, pathology intimately related to fragility syndrome (Cadore et al.,2014; Fairhall et al., 2015; García-Molina et al., 2018), which without early care is usually triggered by balance and gait disturbances that lead to institutionalization, hospitalization and death from falls.

On the other hand, the CG over six months, presented a significant change by manifesting a loss of muscle strength in the lower train. It is important to mention that currently, estimating or measuring variables that relate to such capacity (strength, power, muscle mass, among others), are considered as a mortality factor, only the measurement of muscle strength (García-Hermoso et al., 2018; Ling et al., 2010) has shown that adults with an optimal level of upper train strength have a mortality risk of less than 31% compared to those with low levels, for the lower train the difference is a 14% lower risk for those with good muscle strength. It has also been found that gender is associated with mortality due to lack of muscle strength, being slightly more prevalent for women (Arvandi, 2016; García-Hermoso et al., 2018; Guadalupe-Grau, 2015).

The results obtained in this study show that a six-month physical intervention presents a significant improvement in both lower and upper train capacity. The results of this study are consistent with research data from Cadore et al. (2014) showing that the implementation of a multi-component program has positive effects on muscle strength, muscle power and even on the quadriceps cross-sectional area in just 12 weeks of training. Changes in strength enhancement are explained by the positive stimulus given to muscle to promote muscle hypertrophy, this results in decreased fatty muscle infiltration which is associated with an increased risk of mobility loss, gait capacity and hip fracture (Lang et al., 2010), as well as aiding the improvement of power and functional capacity.

4.2.3 Cardiorespiratory component.

The blood pressure variable has no significant changes in the comparison of groups in any of the shots during program intervention. Both groups show during the six months normal values, where according to the Official Mexican Standard NOM-030-SSA2-2009 establishes the normal ranges of 120-129 mm/Hg for the thallic and 80-84 mm/Hg for diastolic.

Significant differences between stakeholders in each group show an increase, but as in previous results, these increases did not go out of the range of normal blood pressure. One possible response to this behavior is that the study population treats healthy older adults and those with pathologies such as high blood pressure, inclusion

as a controlled disease was considered. The limitation identified in this measurement is that it was only carried out once in each evaluation phase, that is to say, three times.

In accordance with this research García, Alonso, Herrera, Peinado & Pérez (2019), is his study do not find significant changes in blood pressure having implemented a physical training program of endurance and muscle strength with the use of elastic bands for a period of six months. Evaluations of this variable as not specified in the study also indicate that you have taken only two or three shots. These methodological processes make us assume that we have not made more continuous measurements and external factors such as food, climate, sleep, mood, among others, will lead to not obtaining significant results. Another possible explanation for such an event may be because in older adults with hypertension, they tend to have a hardening in the arteries so they persist to a significant modification by aerobic training of low or moderate intensity, some mechanisms underlying arterial hardening by age such as degradation of the elastic matrix and increased collagen content, hypertension seems to accelerate these processes(Ferrier et al., 2001). As healthy adults with no history of cardiovascular disease, they demonstrate effective gains on arterial stiffness with a low to moderate intensity training (Tabara et al., 2007). On the other hand, a positive relationship has been found between age and systolic and diastolic blood pressure, which explains that as the person ages, it is easier to have alterations (Clarke, et al., 2002). Apparently, training sessions from 12 weeks of age turn out to be effective in presenting significant changes in blood pressure, even in hypertensive people (Moreira, Cucato, Terra & Ritti-Dias, 2016; Mota et al., 2013).

Recently, a study called SAGE (Global Ageing and Adult Health) by WHO (Laverty, Palladino, Lee and Millett, 2015), applied in six middle-income countries including Mexico, notes that, through the use of logistic regression, the relationship between different health variables (BMI, systolic blood pressure, diabetes, among others) with physical activity (walking and bicycle use as a means of transport 150 min per week). Mexico reports lower blood pressure for the group that was considered active, even if the average was reported at 141.9 mm/Hg (s 23.3). Various literature supports the foundation that indicates how physical activity benefits in reducing blood pressure to benefit the reduction of mortality risk (Barengo, Antikainen, Borodulin,

Harald & Jousilahti, 2017; da Cunha Nascimentoet al., 2018). The importance of maintaining standard or normal values of systolic blood pressure is that a loss of 2mm/Hg reduces the likelihood of stroke by 10% and ischemic heart disease by 7% (Lewington, Clarke, Qizilbash, Peto & Collins, 2002).

The physical endurance capacity was evaluated with the Senior Fitness Test's 2-minute march test (Rikli & Jones, 2013), which despite not belonging to gold standards for measuring cardiovascular endurance, this test shows that when compared to the 1 mile walking test it has a correlation coefficient of 0.73, and with the treadmill test at 85% FC max a correlation coefficient of 0.74 (Langhammer & Stanghelle, 2015), so it presents validity and reliability for the results obtained from it.

The results obtained in this study indicate a significant change in all intakes, that is to say, that adults were progressively improving during the intervention of the multi-component program. The sessions had 20 minutes of moderate to vigorous activity as it has been shown that working at these intensities promotes significant improvements in peak VO2, as well as a greater magnitude of power force adaptations (Muller et al., 2020).

During aging, maximum oxygen consumption (VO_2 max) decreases considerably, peak oxygen consumption (VO_2 peak) loses capacity between 20% to 25% for each decade, in healthy older adults aged 70 years, and the percentage increases when the adult has heart and lung disease (Huang et al., 2015). However, the significant improvements presented by the group with physical intervention of this study are similar to what was reported in other research(Smith, Villareal, Sinacore and Mittendorfer, 2012; Villareal, Smith, Sinacore, Shah and Mittendorfer, 2011)which refer to the implementation of a multi-component program having positive effects on aerobic resistance, as peak oxygen consumption (VO_2 peak) values relative to baseline can have a gain between 10% and 20%.

Authors such as Huang et al. (2015) through the realization of a meta-analysis, propose that performing aerobic training at an average intensity (66% to 73% of the heart rate in reserve) of 40 to 50 min per session, three to four days per week for six to nine months, would be optimal and effective to obtain the maximum benefits in cardiorestorial footing. Finally, Valenzuela et al. (2019), in his study entitled Physical

Exercise in the Oldest Old, makes a detailed explanation of the processes, effects and physiological benefits that it provides to adults to perform aerobic exercise, unlike the previous authors, proposes the use of high intensity, this, supported by the review of previously conducted studies.

4.2.4 Metabolic component.

The Mexican Diabetes Federation, A.C. states that normal fasting glucose parameters must be between the ranges of 70-100 mm/dL and after 2 hours of the meal at 70-140mm/dL. The Official Mexican Standard NOM-037-SSA2-2002, For the prevention, treatment and control of dyslipidemias mentions that the recommended parameters for triglycerides should be <150 mm/dL, for total cholesterol <200 mm/dL, HDL <130 mm/dL and HDL >35 mm/dL. The results of glucose and total cholesterol obtained in this study show that since baseline evaluation the subjects of both participation groups have values within normal ranges. Triglyceride parameters are above recommended, entering limiting parameters of 150- 200 mm/dL, however, the EG tends to decrease these figures, although it does not turn out to be a significant change.

Comparisons made between the participation subjects of each group indicate significant changes, between a swing of increase and loss of values in these parameters, suggests that like what happened in the morphological component, food control plays an important role in being able to observe the positive changes of the multi-component training program.

These arguments are supported by other studies showing that the lack of nutritional support does not provide significant changes in lipid profile parameters in subjects who carry out low-to-moderate physical training(Pradas, Godoy, Castellar, & Molina, 2015) even in those high-intensity workouts (Caamaño-Navarrete, Cresp-Barría & Delgado-Floody, 2015). In a study with a young population (40 to 50 years), Hernán et al., 2015, stated that significant changes in these parameters can be obtained without a food control proposed by research, since by implementing physical intervention in healthy people and the motivation for favorable results, subjects maintained a healthy eating style.

4.3 Effect of training on heart rate variability

To give way to objective number three which is to evaluate the effect of training on heart rate variability before, during and after the application of the multi-component training program. Alternative hypothesis number two is accepted which states that the overall effect of the multi-component program on the internal load of training is not equal by participation groups and between measurements.

4.3.1 Justification of high variability between subjects (high standard deviations).

It is well known that the automaticity of the cardiac system is regulated by an intrinsic pacemaker mechanism, without clutch, is largely modulated by the autonomic nervous system (Task Force, 1996). Therefore, the behaviour of the autonomic nervous system differs greatly interindividually by nonlinear dynamic behavior (Goldberger, 1990) and is associated with interdependent regulatory systems based on own adaptations and in turn with self-regulation and adaptation capacity (Shaffer & Ginsberg, 2017). In addition, the adaptation and great variability of inter-individual data of biological and physiological signals, which in this case is HRV, will depend on the signals of external stimuli, assimilation and internal response, specifically explained by the "black box model" (Naranjo, 2018). This will additionally include the behaviour of HRV in older adults (Bonnemeier et al., 2003).

4.3.2 Behavior of heart rate variability.

The progression of the training load aims to achieve physiological improvements and adaptations (Halson, 2014). This progression depends on the control of the external load of the training, but also on the internal load to the biological or physiological response that is available to that stimulus to achieve the appropriate adaptations (Halson, 2014). It has therefore been raised that HRV is one of the most widely used tools as it is not invasive and easily accessible (Buchheit, 2014). With this tool you can observe the behavior of the SNA (Autonomous Nervous System) from the friendly/parasympathetic modulation (Task Force, 1996) and several authors have used it to observe adaptations to training (Plews et al., 2013; Vesterinen et al., 2013).

These accommodations may depend on the type of exercise being performed (Michael, Graham and Davis, 2017).

The most commonly used HRV indexes are RMSSD for ease of interpretation (Buchheit, 2014; Schmitt et al., 2015), the pNN50 used as a more cardiovascular health-oriented parameter (Task Force, 1996) and recently the SS that measures friendly activity (Naranjo et al., 2015a). In the case of the results of this research in both EG and CG the values of the initial intake of rMSSD and pNN50 are within the ranges for adults over 60 years of age in healthy condition (Almeida-Santos et al., 2016; Bonnemeier et al., 2003; Umetani et al., 1998; Voss et al., 2015). However, SS values are very high relative to the reference values raised by Naranjo and collaborators (2015b). No SS reference data were found in older adults, as it is a relatively new index that has only had application within sport (Miranda-Mendoza et al., in press; Nieto-Jimenez et al., in press; Proietti et al., 2017). These values are low in terms of rMSSD and pNN50, high in SS and with great variability among the subjects studied, compared to young individuals, mainly due to the effect of aging, where it has been reported that the parasympathetic system is decreased and the sympathetic system is increased (Melo et al., 2005; Umetani et al., 1998). This explanation could be based on the structural and functional cardiovascular modifications typical of aging, such as chronotropic changes dependent on barorerefleja and vagrant modulations (Ferrari, 2002).

On the other hand, in the changes in response to training in the three-month takeover, there is no change in EG compared to CG, this may possibly be due to the lack of complete chronic adaptations to cardiac remodeling and peripheral functioning that influences the behavior of the autonomous nervous system during this time, as shown in the literature (Ferrari, 2002, Gamelin et al., 2007; Gerhart et al., 2017). However, the six-month take already shows an increase in RMSSD, pNN50 and a decrease in SS in the GE from the GC that continued to remain with the same values. These changes have already been reported in the literature where these increases in HRV have been shown in older adults (Ferreira et al., 2017; Raffin et al., 2019; Rodrigues et al., 2018), however, based on the revised literature, this is the first study with these characteristics that evaluates the changes and adaptations of HRV in older

adults. In addition, the results in taking six months for GE match the values of physically active older adults (Melo et al., 2005; Pichot et al., 2005). These changes can be attributed to an increase in barorereflege modulation, stabilization of reflex cardiopulmonary responses, which in turn would lead to an increase in vagal modulation and decrease in friendly activity (Ferrari, 2002; Task Force, 1996).

4.4 Adherence to physical activity

To give way to objective four of the research which was to estimate in the older adults of each participation group adherence to physical activity in relation to the stages of change of the Transteoric model, before, during and after the application of the multi-component training program, it begins by accepting hypotheses number three and four that establish that adherence to physical activity in the older adults of the experimental group will present a transition from the preparation stage until maintenance during participation in the program and that older adults in experimental group two will remain in the maintenance stage during participation in the second part of the multi-component program. GE subjects through descriptive intermediate intake results (month three) indicate having 40% of the sample at the action stage and 60% in maintenance. After the intervention of the multi-component program (month six), 100% of the subjects were placed in the maintenance stage according to the short questionnaire of change stages for the exercise (Zamarripa, Ruiz-Juan and Ruiz-Risueño, 2019).

The GC, on the other hand, during the first stage of the six months manifests a negative transition in the stages, of 92% of the sample that started in the maintenance and action stage only 52%, the remaining one was positioned in the previous stages of which does not involve the realization of physical activity. It should be noted that the GC, as part of a social assistance institution, as part of the activities that are carried out for the care of the eldest adult, is to conduct physical activity sessions, however, the staff serving this area are not adequately trained to be able to meet the demands that involve improving various aspects of health through physical activity.

Lack of adherence to physical activity programs has an impact on the benefits that can be obtained from an intervention depending on the objective, for example, in the search for better responses in fragile adults on biochemical indices, anthropometric

parameters and physical functionality (Ferreira et al., 2018), coupled with the characteristics of the program, if the adult does not present a continuity and interest , it is difficult to observe significant results. Other studies have been able to provide evidence that underpins the importance of adults having adherence to exercise in order to obtain optimal results (Evangelista, Hamilton, Fonarow, & Dracup, 2010; Imayama et al., 2013) In these circumstances one can understand the fact that in addition to having had the loss of adherence to exercise over the course of six months, the benefits at the physiological level could not be appreciated for the CG.

The success attributed to GE results is that adherence to the program might be made possible by the considerations that were taken at the time of the design and prescription of the multi-component training program. These views were taken from the only two systematic reviews emphasizing adherence to physical activity in older adults, which conclude that the fundamental factors for physical activity adherence are the perspective that AM has in intervention, that is, the social support it receives, perceived health benefits, costs to programs, location and type of content, as well as including as an essential factor the attitude of the instructor, on which the creation of a friendly environment depends in order to promote social cohesion, as well as the characteristics that describe the program, such as the type of activities and the workload (intensity and frequency), finally details such as the time of day , the homogeneity and characteristics of the participants are considered fundamental to accession(Farrance, Tsofliou, & Clark, 2016; Lacy-Vawdon et al., 2018) The cases that were ruled out during the first six months were for health reasons, considering factors outside the context of the intervention.

Farrance, Tsofliou, & Clark, (2016), conclude that, despite the complexity of personal, motivational characteristics, the form of interaction and even the decision-making process, as long as the training or physical activity program that the adult carries and complies with some of the above elements, can be ensured optimal adherence.

Finally, it is important to note that so far according to the revised literature, it has been observed that the method or strategy to be able to estimate adherence to the different types of physical activity programs with their various objectives, is through

attendance, percentage of sessions completed, interview with focus groups, time completed and the evolution or improvements presented in the times they estimate as intervention (Ansai , Aurichio, Gonoalves &Rebelatto, 2016; Coelho-Junior, 2018; Ferreira et al., 2018), has even only been estimated through un validated questionnaires (Aree-Ue, Saraboon, & Belza, 2017).

Through a systematic review and meta-analysis of Osho, Owoeye & Armijo-Olivo (2018), they argue that of the twenty studies carried out in different countries around the world (Australia, Canada, France, Finland, Japan, the Netherlands, Switzerland, Turkey, the United States and the United Kingdom) there were many inconsistencies in the way adherence was estimated. The need to implement more specific tools for the estimation of accession is the importance of being able to evaluate the different factors that contribute to a successful exercise program depending on the context in which it is evaluated. Currently, no valid instrument has been found for the estimation of adherence in the elderly, however, the nearest thing to this is the short questionnaire of stages of change for the exercise (CEC-E) of Zamarripa, Ruiz-Juan & Ruiz-Risueño, (2019) made in Mexican teenagers, who by proposing this material, allows to have a better approach to how to respond to a program of physical activity , so that having solid tools allows to design interventions aimed at promoting adherence, which is as mentioned above, a fundamental pillar to see results in the different areas of health.

4.5 Residual effect of training

The next section discusses the last objective of the study which was to evaluate the residual effect of the multi-component training program at 7, 9 and 12 months on the fitness components and the internal burden of training on older adults in experimental group one.

4.5.1 Components of physical condition.

After the completion of the second stage of the program, the objective of which was to evaluate the behavior of the various components of physical condition over a period of six months of inactivity, it can be observed that in the morphological component the weight, size and BMI variables do not have a significant change in the

comparison of G1 (residual group/ without physical activity) and G2 (adherence group/ physical activity). As in previous results on these variables, although physical exercise can bring about changes on its own, it is still proposed that food plays a crucial role in being able to obtain significant changes in a short time.

With regard to BMD parameters, pelvis results have a significant difference between groups where it can be seen that it is the G2 that manifests the improvement in the three evaluations, as well as for total BMD, although it was only in the last two shots. This improvement is justified by the reason that G2 was maintained exercise for a period of one year, these results are supported by a resenting research (Daly et al., 2020) which, like this study, through a 12-month multi-component program proved beneficial for lower backbone and femur neck BMD, both interventions managed moderate to vigorous intensities in the exercise prescription on Borg's perception scale (1982).

The systematic review and meta-analysis by Marques, Mota & Carvalho, (2011) and a follow-up study of 3.5 years by Heinonen et al. (2012) conclude that aerobic exercise is effective in counteracting the losses of BMD and high-intensity strength exercises favor the preservation and improvement of it. The benefit that the exercise gives to BMD is possible to adapt it to the activation of osteocytes that occur when the mechanical load creates a tension that creates alteration between resorption and bone formation (Hsieh et al., 2001).

On the other hand, comparisons made between the participation subjects show that the group that remained inactive (G1) has significant changes in the BMD of the spine (month 12), lumbar 1-4 (month 9) and total lean mass (month 12), this means that in the span of nine and twelve months the gains obtained in these variables are significantly lost. Although no evidence has been found to provide figures in estimated times for profit losses in BMD parameters, some studies (Daly et al., 2005; Kemmler et al., 2012) mention that it is possible to maintain the benefits with a low dose and frequency training, others mention that subjects with a history of physical activity can maintain benefits for up to decades in early adulthood ages, and in premenopausal women may have a significant change in approximately 3.5 years after leaving physical exercise (Heinonen et al., 2012).

The physical capacity for flexibility exposes two important things, such as first point inactive adults (G1) do not manifest significant losses during six months of recess, this may be explained because the physical intervention in addition to including in the phase back to calm the static stretch, adults had within the medullary part an exclusive section of dynamic stretching.

On the other hand, the G2 no longer presents an improvement in flexibility in the remaining six months, so it is understood that the workload was no longer sufficient to produce significant changes. Although the information it provides on temporality for this capacity, Toraman and Ayceman, (2005) mention that after a nine-week physical intervention, the flexibility of the lower train is affected at two and four weeks of detraining.

Like flexibility, the muscle component exhibits similar behavior by not presenting significant differences between groups. However, the relevant is that significant changes($p < .05$) are noticeable in comparisons between subjects in each group, for example, both G1 and G2, have a loss of strength on the train below month 12, indicating that in a six-month detraining phase, it is possible to assess the loss of muscle strength of the lower train. The upper train does not present a significant loss, so even with this time, the strength in the arm is still constant. Muscle strength capacity has the mostevidence regarding the estimate of loss in terms of detraining(Esain, Gil, Bidaurrazaga-Letona, & Rodriguez-Larrad,2019; Letieri et al., 2018; Chen, Wu, Chen, Ho & Chung,2018; Van et al., 2017; Oliveira et al., 2017; Padilha et al., 2015; Zech et al., 2012; Lovell, Cuneo & Gass.,2010; Lovell, Cuneo, Wallace & McLellan, 2012; Kalapotharakos, Diamantopoulos & Tokmakidis, 2010; Bocalini, Serra, Rica & Santos, 2010), these studies used a time lapse of three to eight months for the application of the intervention and one to three months to measure the effect of detraining on capacity. Despite sufficient information, the results do not allow consensus to be reached as durability and gender are factors attributed to the loss response, however, it can generally be concluded that, for the most part because of the short exercise time performed, muscle strength losses could be estimated between one to two months after exercise.

The cardiorespiratory component measured through blood pressure and the SFT show no significant changes in group comparison at the residual effect stage. The comparison between subjects exposes how G1 participants have a significant change in the final intake from the intermediate intake, so this concludes that resistance capacity is significantly compromised six months after being inactive. The G2, on the other hand, maintained constant values, and although it has a decrease turns out not to be significant, this could be aroused because probably the intensity with which it was worked was no longer enough to generate significant change.

Although little evidence is available to address residual effect estimates on this capacity, the study closer to the methodology of this research was prepared by Carvalho and Marques (2009), who, through a four-month multi-component training program, measured resistance detraining and showed that this capacity is not affected after three months of physical inactivity. Another study that measured the behavior of resistance after eight months of physical exercise also reported that a three-month period of inactivity does not compromise a significant change for this capacity (Esain et al., 2019).

Resistance capacity has been objectively measured through estimation tests of vo2 max or vo2 peak (Boo, Joo, Lee, Kim, Yu & Kim, 2019; Ladawan et al., 2017; Yeh, Huang, Chang, Chen & Hsu, 2018), however, has not been found in the literature, information that you can provide about resistance behavior through the measurement of these tests.

Lipid and glucose profile parameters despite not having demonstrated an improvement during physical intervention, at the residual effect stage, a significant difference can be seen between groups in triglycerides and glucose parameters at the nine-month intake and per year, where G2 (physically active) has the lowest values. Comparisons between subjects in each group support the above results by exposing the significant change for G1 subjects by presenting an increase in their values, and although glucose increases in the last evaluation (month 12), the results are within normal ranges.

The group that remained active (G2) during the second stage of the program does not demonstrate improvements in the parameters of the three variables and this

result continues to be based on the lack of nutritious attention which was already mentioned above. Increases in the inactive group (G1) show that glucose can undergo significant changes in an increase after six months of inactivity, while triglyceride parameters can be significantly increased over the course of three months of physical inactivity.

The evidence so far found regarding these variables remains very scarce, however, what has been found so far has reported that, in four-month interventions in adults of the male gender, the positive effects of combined fitness (strength and endurance) maintain the benefits of up to two months of physical inactivity in triglyceride and cholesterol parameters (Theodorou et al., 2016).

4.5.2 Heart rate variability.

According to the revised literature, it has been mentioned that during a residual effect phase several physiological losses that occur from adaptation to training may be compromised, and this may manifest in the long, medium or short term, depending on a chronic or acute adaptation (Issurin, 2012). These residual effects have been described to the SNA measured by HRV (Gamelin et al., 2007; Heffernan et al., 2007; Sugawara et al., 2001), however, only one study of adults with chronic heart failure between 47 and 71 years has been found that relates the residual effect of HRV adaptations (Adamopoulos et al., 1995). So far no evidence of these effects has been found in healthy older adults, after an adaptation to a multi-component training, so the idea arises that this is the first study to evaluate in the short and medium term the residual effect in older adults.

As for the results of this study, it is shown that the values of rMSSD and pNN50 are within the values described in the active older adult literature (Melo et al., 2005; Pichot et al., 2005). So far no evidence has been found on SS values in active older adults, however, they were considered low, when comparing with baseline and final SD2 values in healthy older adults (Voss et al., 2015), when performing the protocol proposed by Naranjo and collaborators (2015a) to transform SD2 reference data, yielded much higher SS indices. In this way, the results obtained can show that in the G2 at 7, 9 and 12 months no longer showed increases in HRV and remained constant,

as noted above, without having as an influential factor the load of training (Iwasaki et al., 2003).

However, it can be observed that only after three months of cessation of training, G1 has a marked, but not significant decrease in rMSSD and pNN50 rates, compared to G2 as reported in some studies with healthy young people (Gamelin et al., 2007; Heffernan et al., 2007; Sugawara et al., 2001). This is possibly due to the training time, considering it a burden of acute and non-chronic training to achieve adaptations more permanently (Gamelin et al., 2007). The same is true for month nine and twelve where the G1 remained stable with the same loss of rMSSD, as described above (Gamelin et al., 2007). However, the pNN50 index continues to fall on G1, unlike the G2 which increases a little more, while the SS remains stable without any modification in both groups. This is possibly due to the change in the balance of autonomous control, where despite the acute adaptations achieved by exercise, the sympathetic system begins again to have predominance over vagal modulation as already reported (Pichot et al., 2002).

With all the above, it can be seen in the results that the adaptability of the friendly and parasympathetic branches of the autonomic nervous system does not have the same pattern of behavior in response to a residual effect of training. This effect was reported in a study of obese children (Gutin et al., 2000), which, although it is difficult to get a comparison, shows that the effect can be very similar.

Study limitations

One of the main limitations of the study was those related to the infrastructure resources and schedules of the center where the intervention was carried out as more climate control is required inside the facilities due to the high temperatures that occur in the city during the summer months and the low temperatures in the winter months. In addition, the classroom assigned to the study was used on several occasions to hold meetings or other activities, and was also shared with another group of adults with physical activity which sometimes complicated meeting the time and proper development of the sessions.

New lines of research

Trends in older adult training programs are moving towards multi-component programs that include all areas of the human health component, that is to say, physical, psychological, and social aspects, recommending diet control and activities to strengthen mental and cognitive health. In addition, it is very important to adapt the programs to the cultural, personal, and social context of the region and participants which can help to better adherence.

New research opportunities can be obtained from the measurement of the residual effect, since the little evidence that has so far been had on the temporality of duration of the various physiological adaptations that exercise can bring in the health of the eldest adult, whose purpose lies in being able to establish more successful times for prescription and return to physical exercise , which allows further progress and improvements in the functional of the older adult.

Finally, at present the importance of adherence to physical activity remains under appreciation, sufficient information includes as part of measurements adherence, however, it is not specified whether it is specific to the model or program of intervention or to physical activity as such. Evaluation methods are mostly based on attendance count and compliance percentages, leaving aside several influential factors to lead to effective adherence. Thus, that it is necessary to indicate the search and creation of tools with reliability and validity in the population of the elderly that allows to be able to include all the elements that favor an effective adherence, because as has been demonstrated, it is a variable on which the success of a physical intervention can depend.

Conclusions

Sociodemographic and clinical factors play an important role in the selection of the sample, since given the different characteristics presented by each of the subjects, they can be considered as elements that can favor or impair the results of an investigation. Considering these elements allow to have an approach to the current state of the study population, which allows to obtain an understanding of the precautions and actions to be taken, in addition to providing key elements for the design

and implementation of an intervention. It is worth mentioning that the diversity in characteristics that arises in the older adult population creates increasing challenges to be able to homogenize the samples, so the need to create material, instrumentation and strategies to provide better care, is now a latent need for more accurate results.

The results obtained by the intervention of the multi-component training program in physical condition, it is concluded that in the morphological component, exercise can manifest changes, however mostly not significant in various variables of body composition (weight, size, BMI, fat mass, among others) and bone mineral density (column, lumbar and femur), despite the fact that these are long-term programs , since nutrition intervention is essential to be able to express changes that can be significantly appreciated. The same conclusion is awarded to the metabolic component, as it could be seen that, despite the structure and design of the program, parameter fluctuations could vary throughout the intervention, so that carrying a feed control can be a key element in maintaining stable values and within the normality zone.

However, flexibility as part of this morphological component, through a training of dynamic and static stretching exercises, applied in this order and the latter lasting 30 sec. per body segment, with a sequence of three times per week, turns out to be effective in improving this capacity with significant changes from the first three months of training.

For the muscle component, strength training with a sequence of twice a week with moderate to intense intensities 20 minutes of each session, is beneficial for obtaining significant results from the first three months of training for both the upper and lower trains in older adults who have started with a low level of physical activity.

It is concluded for the cardiorespiratory component that multi-component training with sessions of 20 minutes three times a week with a combination of dance exercises and functional exercises has benefits for aerobic endurance capacity and of which these changes can be observed from the first three months of training in the elderly population.

The effects that the multi-component training program had on The autonomic nervous system measured through HRV turned out to be positive in showing how exercise is beneficial for increased parasympathetic activity and decreased friendly

activity in this population, which may indicate better adaptability in the functioning of the SNA on heart control.

It should be mentioned that there are still few studies that set parameters for measuring the parasympathetic activity measured through HRV in older adults, this being of great importance given that this could provide additional information which can possibly be related to cardiovascular risk factors.

Finally, it is concluded that the multi-component training program produces significant changes after six months of physical exercise over nice and parasympathetic activity. These results were probably obtained for methodological issues such as the periodicity with which the evaluations were made and the number of sessions that were given per week, given that if these issues had been more frequent, the results would have been appreciated perhaps in less time.

Various research has mentioned the use of adherence to physical activity as part of a control variable or main element to be evaluated, however, most of the elements used for the estimation of this, has been based on the control of attendances and evolution and / or improvement of the results. The use of tools and/or evaluation instruments that focus on the measurement of adherence such as that proposed in this research "short questionnaire of stages of change for the exercise (CEC-E)", are essential as they allow to obtain more accurate information on the effectiveness of a physical activity program.

For seniors, lifestyle changes and the rise of chronic diseases, it has imposed challenges for the health sector and programs focused on promoting healthy aging. Therefore, it follows the latent need to carry out more studies that allow to determine those strategies or attributes necessary in terms of design and structures of the programs, as well as the characteristics of the leaders that allow to have a greater scope and commitment of this population towards physical activity. However, the multi-component training program proposed in this research appears to show how effective it is at generating adherence to the active lifestyle fostered by physical activity in the healthy older adult.

Finally, it is concluded that the estimation of the residual effect on the duration of the benefits obtained at the physiological level is still a recent and novelty issue,

given that in the older adult there is still few research that can give a reference of temporality.

The multi-component training program appears to be effective so that the benefits that were obtained in most variables of the different components of physical condition and HRV in older adults are preserved up to six months of physical inactivity, between two and three more months than the literature mentions. Variables such as muscle strength, BMD and aerobic endurance have significant losses within six months of not exercising.

Obtaining data from a residual effect on temporality, allow to design programs with more accurate times to avoid loss of benefits and functional maintenance of the older adult. A multi-component training program appears to be effective in improving aspects of physical condition, physiological variables, and adequate adherence to physical activity.

Anexo B. Consentimiento informado y asunción de responsabilidades

Programa Multicomponente de Actividad Física para el Adulto Mayor

Nombre: _____ Edad: _____

Por medio del presente acepta usted a participar voluntariamente en el programa multicomponente de actividad física como parte de una investigación, cuyo objetivo es analizar el efecto general (inicial) y residual de un programa de entrenamiento multicomponente sobre los componentes de la condición física (fuerza, resistencia, flexibilidad, equilibrio, metabólico y morfológico), carga interna (adaptación al ejercicio) y la adherencia a la actividad física en adultos mayores autónomos de Monterrey Nuevo León y su área metropolitana, esto a través de una elección aleatoria para participación, considerando un aproximado de participación de 100 adultos mayores, donde se le aplicarán una serie de encuestas, evaluaciones físicas, medidas de composición corporal, densitometría, y pruebas de laboratorio en tres momentos del programa, así como la participación en sesiones de actividad física.
Si usted acepta participar, se le pedirá acceder y cumplir con valoraciones físicas y funcionales diseñadas para evaluar fuerza muscular, resistencia aeróbica, flexibilidad, coordinación y equilibrio, medidas de composición corporal, densitometría, prueba de glucosa, triglicéridos y colesterol y encuestas de estado psicológico. Tanto las evaluaciones como los ejercicios prescritos en el programa implican actividades físicas tales como caminar, pararse, levantar peso, estiramientos y equilibrio. El riesgo de involucrarse en estas actividades es similar al riesgo de participar en el ejercicio moderado y, posiblemente, puede dar lugar a fatiga muscular y dolor; esguinces y lesiones de tejidos blandos; lesiones del esqueleto, mareos y desmayos, el riesgo de un paro cardíaco, derrame cerebral e incluso la muerte.

Si presenta alguna de las siguientes circunstancias, no debe participar en dicho programa sin el permiso por escrito de su médico:
1. Su médico le ha aconsejado no hacer ejercicio debido a su condición médica (s).
2. Ha tenido insuficiencia cardíaca congestiva.
3. Usted está experimentando actualmente dolor en las articulaciones, dolor en el pecho o mareos o tienen angina de esfuerzo (opresión en el pecho, presión, dolor, pesadez) durante el ejercicio.
4. Si tiene la presión arterial alta no controlada (160/100 o superior).

Así también terminará su participación si no cumple con el 80% de participación al programa, no cumple con la edad de 60 años y que no demuestre capacidad para entender y ejecutar las instrucciones.
Durante el programa se le darán instrucciones para notificar a la persona el control de su evaluación si siente algún malestar o experimenta síntomas físicos inusuales, tales como dificultad para respirar, mareos, opresión o dolor en el pecho, latidos cardíacos irregulares, entumecimiento, pérdida del equilibrio, náuseas o borrosa visión.
Si se lesiona accidentalmente durante las pruebas, quien administra la prueba no será capaz de proporcionar tratamiento, solamente primeros auxilios básicos. Se le

requerirá que obtenga tratamiento de su propio médico, que debe ser pagado por usted o su compañía de seguros.
Usted puede dejar de participar en la prueba siempre que lo desee, avisando con anterioridad el motivo por el cual quiere ausentarse al encargado de la sesión de actividad física, tomando en cuenta que queda descartado en la participación al programa. Todo el registro de su información otorgada queda en total confidencialidad, así como para fines de publicación de resultados. La duración de participación para los asignados al grupo experimental será aproximadamente de un año, mientas que del grupo control seis meses.
En caso de retiro anticipado, se le hará entrega de los resultados obtenidos de las evaluaciones efectuadas a su persona.
Al finalizar el programa se espera que el adulto mayor mejore su capacidad física, adquiera el hábito a la actividad física, mejorar su estado psicológico, mejore los parámetros bioquímicos de glucosa, colesterol y triglicéridos (estables), así como la presión arterial, y efectos benéficos sobre la densidad mineral ósea.

Al firmar este formulario, usted reconoce lo siguiente:
1. He leído el contenido completo de este documento. Se me ha informado de la finalidad de la prueba y de los riesgos físicos que pueda encontrar.
2. Estoy de acuerdo en seguir el ritmo con mi propia condición física durante el programa y estoy enterado de que puedo detener mi participación e informar a la persona que administra la evaluación, si me siento incómodo o experimento algún síntoma inusual.
3. Asumo toda la responsabilidad de todos los riesgos de lesiones corporales y muerte como resultado de su participación en el programa. Si sufro de una lesión o en enfermo durante la prueba, entiendo que debo buscar el tratamiento de mi médico y que yo o mi seguro tengo que pagar por ello.

Mi firma a continuación indica que he tenido la oportunidad de preguntar y haber contestado todas las dudas que puede haber tenido del programa de actividad física, y que yo libremente doy mi consentimiento para participar, así como el acceso directo a monitor(es), auditor(es), al Comité de Ética y a la(s) autoridad(es) regulatoria(s) a los registros médicos originales para verificación de los procedimientos y/o datos del estudio clínico, sin violar mi confidencialidad hasta donde lo permitan las leyes y regulaciones aplicables.

Para más información referente al estudio y a los derechos de los sujetos del estudio favor de comunicarse a: medrano11.sc@gmail.com 674 109 0757 con Silvia Carolina Medrano Mena.
De ante mano, se agradece su colaboración para este proyecto de investigación.

Nombre y firma:

_____

Anexo C. Ficha de datos generales

Historial Clínico

Fecha: _____

Nombre Completo: _____ Edad: _____

Fecha de nacimiento: _____ Género: _____

Último grado de escolaridad: _____ ¿Cuántos años estudió? _____

¿Cuenta con algún servicio médico? 1) SI 2) NO ¿Cuál? _____

Domicilio: _____ Teléfono: _____

Estado civil:

1) Casado	2) Divorciado	3) Soltero	4) Unión Libre	5) Viudo

¿Con quién vive?

1) Solo	2) Pareja	3) Hijos (as)	4) Hermanos (as)	5) Nietos (as)	6) Otro_____

¿Usted trabaja?

1) SI	2) NO

¿En qué trabaja?

0) N/A	1) Hogar	2) Negocio	3) Pensionado	4) Jubilado	5) Otro _____

¿Depende económicamente de alguien?

1) SI	2) NO

¿De quién?

0) N/A	1) Pareja	2) Hijos (as)	3) Hermanos (as)	4) Nietos (as)	5) Otro_____

Antecedentes patológicos personales:

¿Padece actualmente alguna enfermedad diagnosticada por un médico?

1) SI	2) NO

Si la respuesta es SI, ¿Cuál o cuáles enfermedades padece?

0)N/A	1)Diabetes	2)Colesterol	3)Triglicéridos altos
4)Presión arterial alta	5)Cerebrovasculares	6)Del Corazón	7)Insomnio
8)Articulares (artritis, artrosis)	9)Osteoporosis	10)Depresión	11)Colitis
12)Gastritis	13)Hepatitis	14)Cáncer Tipo:	15)Respiratorias (asma, enfermedades pulmonares, alergia)

16)Tiroides	17)Parkinson	18)Renales	19)Otra_____

¿Cuántos medicamentos toma?

0) N/A	1) 1-2	2) 2-3	3) 3-5	4) más de 5

¿Toma algún medicamento no medicado por el médico?

1) SI	2) NO

¿Cuántos?

0) N/A	**1) Uno**	**2) Dos**	**3) Tres**	**4) más de 3**

Estilos de vida:
Hábitos alimenticios:

1) 3 comidas al día	2) 2 comidas al día	3) 1 comida al día

Actividad física:

1) SI	2) NO

1) Todos los días	2) c/ tercer día	3) Irregular

¿Qué actividades realiza?

0) N/A	1) Caminar	2) Zumba/Baile	3) Rutina de ejercicio	4) Otra _____

¿Fuma?

1) SI	2) NO

¿Cuántos cigarrillos al día? _____

¿Toma alcohol?

1) SI	2) NO

¿Cuántas cervezas o tragos a la semana? _____

¿Realiza actividad física acompañado (a)?

1) SI	2) NO

¿Recibe motivación para hacer actividad física por parte de sus familiares o amigos?

1) SI	2) NO

<u>Personales músculo- esqueléticos</u>

¿Tiene temor a caerse? 1) SI 2) NO
¿Se ha caído en el último año? 1) SI 2) NO **¿Cuántas veces?**
_____
¿Se ha fracturado en los últimos dos años?1) SI 2) NO Si la respuesta es sí,
¿Qué tipo o área de fractura?

0) N/A	1) Hombro	2) Brazo	3) Cadera	4) Pierna	5) Tobillo	6) Otra _____

Presenta en este momento algún dolor corporal: 1) SI 2) NO

¿Dónde?

0) N/A	1) Cuello	2) Espalda	3) Brazo	4) Rodilla	5) Tobillo	6) Otro _____

El dolor es:

1) Crónico	2) Agudo

La movilidad de miembros superiores e inferiores es normal: 1) SI 2) NO Si es No,

¿Debido a que?

1)Contracturas	2)Golpe/caída	3)Parálisis	4)Fuerza disminuida	5) Fatiga	6) Otra _____

Anexo D. Composición corporal y pruebas de laboratorio.

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Grupo:** E C

Medidas	**Inicial**	**Intermedia**	**Final**
Talla:			
Peso:			
IMC:			
Presión Arterial:			

Pruebas de laboratorio	**Inicial**	**Intermedia**	**Final**
Glucosa:			
Triglicéridos:			
Colesterol:			

Anexo F. Senior Fitness Test (SFT)

SENIOR FITNESS TEST			
Día:		H: M:	Edad:
Nombre:			Altura:
Test	1° intento	2° intento	Observaciones
1.Sentarse y levantarse de una silla			
2.Flexiones de brazo			
3.2 minutos de marcha			
4.Flexión de tronco en silla			
5.Juntar las manos tras la espalda			
6.Levantarse, caminar y volverse a sentar.			
*test de caminar 6 minutos. Omitir el test de 2 minutos si se aplica este test.			

Anexo G. Evaluación etapas de cambio

Etapas de Cambio para el Ejercicio (CEC-E)

Nombre: _____ Edad: _____ Grupo: E C

Instrucciones: Para cada una de las siguientes frases, marque Sí o No según corresponda con su situación.

"La actividad física o ejercicio incluye actividades tales como caminar rápidamente, trotar suave, nadar o cualquier otra actividad en la que el ejercicio es al menos tan intenso como estas actividades".

Tomando en cuenta la definición anterior…	NO	SI
1. Actualmente soy físicamente activo.	0	1
2. Tengo la intención de ser físicamente más activo en los próximos 6 meses.	0	1

Si a la pregunta 1 respondiste NO, favor de continuar…

Para que la actividad sea regular, se debe sumar un total de 30 minutos o más al día y hacerse por lo menos3 - 5 días a la semana. Por ejemplo, usted podría tomar una caminata de 30 minutos o tomar tres paseos durante el día de 10 minutos para un total diario de 30 minutos.

Tomando en cuenta los criterios anteriores…	NO	SI
3. Actualmente estoy comprometido en una actividad física regular.	0	1
4. He sido regular en una actividad física durante los últimos 6 meses	0	1

Anexo H. Material del programa

Sección de la sesión	Material	Capacidad Física	Material
Calentamiento	Aros Pañuelos Bastones Música		
Parte medular		Fuerza	- Sillas - Bandas de Resistencia (Nivel según lo obtenido en la prueba de esfuerzo) -Colchonetas -Música
		Flexibilidad	- Pelotas - Bastones - Sillas - Música -Colchonetas
		Resistencia	- Pañuelos - Música
		Coordinación y Equilibrio	- Sillas - Aros - Bastones - Pañuelos - Pelotas - Cinta - Conos - Música
Estiramiento	Sillas Colchonetas Música		

Anexo I. Sesión de entrenamiento

Fase	Ejercicios	Series/Rep.	Descanso	Material	Tiempo
Calentamiento General y Específico					10min
	-Caminata. -En la marcha realizar movimientos pendulares (adelante y atrás) de brazos **alternadamente**. -En la marcha elevar y bajar lateralmente los brazos a la altura de los hombros o más arriba. -En la marcha elevar la pierna **sin flexionar la rodilla** con punta al frente y alternar con la pierna derecha, deben elevar las piernas tanto como les sea posible. -En marcha, realizar **torsión de tronco**, con brazos en abducción y flexión a 90°. -En marcha, realizar cada tercer paso **elevación de rodilla** tanto como le sea posible, con manos en la cadera. -En marcha, cada tres pasos hacer una breve pausa y realizar una **sentadilla** con flexión de cadera a 45°. -De pie apoyado en la pared o una silla, realizar **movimientos pendulares de pierna**. -Rotación de tobillos interna y externa. -Flexión y extensión de tobillos.	1s/ 10r 1s/ 10r 1s/ 10r			1 min 1 min 1 min 1 min 1 min 1 min 1 min
Hidratación					30 seg
Fuerza **Autocarga**	**Sentadilla** media, **planchas** asistidas (rodillas), **abdominales** asistidas (sillas/ colchoneta- elevación de rodillas) **Escala de Borg** Posición lateral **flexión de brazos** apoyado en pared, **Glúteo** (rodillas apoyado en silla), **tríceps** (colchoneta/ pared), **gastrocnemios** (elevación de talones)	3s/ 8r	1 min	Sillas Colchoneta	20 min

Equilibrio y Coordinación	- Estático, dentro de un círculo, brazos en abducción, extender pie al frente (5 seg) y sin apoyar extenderlo hacia atrás (5 seg), al minuto cambiar de pie. - Estático, dentro de un círculo, elevar pie lateralmente, y elevar los brazos chocando manos por encima de la cabeza (5 seg), al minuto cambiar de pie. - Estático, dentro de un círculo, brazos al frente, elevar pie lateralmente y cruzar por el frente sin apoyar (péndulo) (10 seg), al minuto cambiar de pie. - Caminar sobre la línea en puntas y de regreso en talones. - En colchoneta/ de pie, rodilla y brazo contrario apoyado en suelo, el otro brazo y pierna, alineado al tronco (10 seg).	1s/ 1r	2 min por ejercicio	Aros Colchoneta	10 min
Resistencia	Baile **Escala de Borg** Ejercicios funcionales	1s/ 1 r	2 min entre cada 5 min de ejercicio	Música	20 min
Hidratación					30 seg
Estiramiento					10 min
	-Estiramiento de isquiotibiales de pie apoyándose en el respaldo de la silla o pared. -Estiramiento de cuádriceps de pie apoyado con la silla, flexionar la rodilla llevando el talón en dirección al glúteo, cambiar de pie. -Estiramiento de tríceps colocando una mano por encima y detrás de la cabeza tocándose la espalda, y la otra por detrás y debajo de la espalda. -Sentado en el suelo, estiramiento de tronco, cruzando la pierna, y girando el tronco al lado opuesto, cambio de pierna. -Sentado en el suelo, estirar piernas y sin flexionar rodillas, doblar tronco al frente y tocar puntas.	1s/ 1r Mantener 30 segundos		Sillas	

	-Sentado piernas separas sin flexionar tocar punta de pie derecho luego izquierdo. -Acostado, piernas flexionadas, rotación de cadera izquierda y derecha. -Acostado, estirar brazos por encima de la cabeza con manos entrelazadas.				
Hidratación					30 seg