



Artículo de investigación

## Capacidad física del trabajo y composición corporal

### Physical work capacity and body composition

Luis Alberto Piragauta-Ardila MD<sup>a</sup>  
Marcela Echavarría-Calderón MD<sup>b</sup>  
Roberto Cárdenas-Cerón MD<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Esp. en Medicina de la Actividad Física y del Deporte. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá DC, Colombia.

<sup>b</sup> Esp. en Medicina de la Actividad Física y del Deporte, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud Bogotá DC, Colombia. Clínica Medellín. Clínica Las Vegas Grupo Quirón Salud. Medellín, Colombia. Coinvestigador.

<sup>c</sup> Medicina de la Actividad Física y del Deporte. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá DC, Colombia. Coinvestigador.

#### RESUMEN

**Introducción:** la capacidad física de trabajo (CFT) se describe como el conjunto de tareas utilizadas para llevar a cabo las actividades de la vida diaria comparada con individuos sanos; incluye fuerzas de agarre y de abdomen, equilibrio, flexibilidad, velocidad de marcha y capacidad aeróbica. Por eso la CFT y el índice de masa muscular esquelético (IMME) tienen relación entre sí y son susceptibles de mejorar si se realiza entrenamiento físico. **Objetivo:** determinar si un programa de entrenamiento supervisado y controlado una vez a la semana durante seis meses es efectivo para cambiar la CFT y el IMME en sujetos mayores de 18 años. **Métodos:** estudio observacional, analítico, de cohorte retrospectiva, de 565 pacientes que asistieron a un programa de entrenamiento supervisado y controlado una vez a la semana durante seis meses. **Resultados:** hay mejoría de la media de la CFT en -8.59 puntos al finalizar la intervención (P=0.000) y aumento del IMME en -0.06 puntos (P=0.002). **Conclusiones:** este estudio sugiere que una intervención de una hora guiada y supervisada una vez a la semana durante seis meses brinda beneficios en variables de la CFT con mejoría del IMME, que se explica por cambios en la microestructura muscular (mejoría en la capacidad de realizar un trabajo por unidad de masa muscular).

**Palabras clave:** capacidades físicas básicas, capacidad física de trabajo, sarcopenia, índice de masa muscular esquelética.

© 2023 Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*  
Fecha recibido: agosto 12 de 2021  
Fecha aceptado: julio 29 de 2022

*Autor para correspondencia:*  
Dr. Luis Alberto Piragauta:  
lapiragauta@fucsalud.edu.co

*DOI*  
10.31260/RepertMedCir.01217372.1258

**ABSTRACT**

*Introduction:* physical work capacity (PWC) is described as the set of tasks used to perform daily living activities compared to healthy individuals; PWC is assessed by hand grip force and abdominal muscle endurance, balance, flexibility, gait speed and aerobic capacity. Therefore, PWC and skeletal muscle mass index (SMI) are related to each other and may be improved by exercise training. *Objective:* to determine whether a supervised and controlled training program once a week for six months is effective in changing PWC and SMI in subjects over 18 years of age. *Methods:* a retrospective analytical, cohort observational study of 565 patients who attended a supervised and controlled training program once a week for six months. *Results:* at the end of the intervention, mean PWC improved by -8.59 points ( $P=0.000$ ) and SMI increased by -0.06 points ( $P=0.002$ ). *Conclusions:* this study suggests that a one-hour, guided and supervised training program intervention provides beneficial effects in PWC variables and enhances SMI, which is explained by changes in the microstructure of skeletal muscle (improvement in the capacity to perform work per unit of muscle mass).

*Keywords:* basic physical abilities, physical work capacity, sarcopenia, skeletal muscle mass index.

© 2023 Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**INTRODUCCIÓN**

La CFT se define como el conjunto de actividades que se utilizan para poder realizar las de la vida diaria (AVD) y de la cotidiana (AVC), comparada con individuos sanos de la misma edad.<sup>1</sup> Las AVD comprenden todas aquellas acciones que desarrolla un individuo para llevar a cabo actividades de autocuidado y mantener su independencia, dentro de las que se incluyen comer, bañarse y asearse.<sup>2</sup> Por su parte las AVC o actividades avanzadas de la vida diaria se refieren a las acciones que no tienen relación directa con la funcionalidad y que requieren o no algún instrumento para realizarlas, además pueden tener un componente cultural, es decir se relacionan con el estilo de vida del individuo para ocupar un papel en la sociedad, así como la implicación de exigencias para su ejecución que se traducen en mayores demandas metabólicas.<sup>3</sup> Algunos autores definen la CFT como “el máximo nivel posible de funcionamiento que puede alcanzar una persona en un momento dado” y sus condiciones están mediadas por el entorno.<sup>4</sup> Se puede decir entonces que la CFT se relaciona con la capacidad funcional (CF), la cual se refiere al “nivel de función más alto que una persona puede alcanzar en un dominio en un momento dado, con un entorno estandarizado”<sup>5</sup> y está en relación directa con los factores multidimensional y biopsicosocial, como resultado de habilidades biológicas y psicológicas que pueden estar influenciadas de manera positiva o negativa por ese entorno.<sup>6</sup>

Se conoce que existen diferentes baterías de pruebas y protocolos que permiten la evaluación estandarizada de las actividades que se relacionan con la CFT.<sup>1,7</sup> Sin embargo la validez externa de estos protocolos aún es pobre, ya que se ha

demostrado que cuando se aplican en diferentes poblaciones, se obtienen resultados diferentes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) propone un sistema de clasificación internacional de funcionamiento, discapacidad y salud (IFC)<sup>8</sup> para las definiciones relacionadas con las actividades de trabajo, incluyendo la enfermedad, funcionalidad y estructura del individuo, actividades o restricciones para realizar una tarea, acción, participación o sus limitaciones en una situación de vida, así como factores ambientales y personales<sup>8</sup>, siendo esta evaluación muy general para la consideración de la CFT. Es por esto que para fines de esta investigación la CFT se midió teniendo en cuenta las siguientes variables y puntos porcentuales: flexibilidad (10%), fuerza de aprehensión de mano (10%), fuerza de tren medio (20%), velocidad de marcha (25%), propiocepción/equilibrio (5%) y resistencia cardiovascular (30%), con valores de referencia para cuantificación de cada una de ellas según la edad y género, obtenidos de datos validados mundialmente como los formulados por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM)<sup>3,9</sup>, el Consenso Europeo de Sarcopenia<sup>10</sup> y los propuestos por un consenso de médicos especialistas en medicina del deporte. Se utilizó como estándar tanto en la valoración clínica de ingreso y egreso de los pacientes asistentes al programa de acondicionamiento físico. Cada una de estas variables al ser sumadas dan como resultado la CFT. Las variables y su definición porcentual se enumeran en la **tabla 1**.

La masa muscular esquelética se puede relacionar con la fuerza muscular y el rendimiento físico, por lo que su disminución se considera como un factor determinante en los

**Tabla 1.** Descripción de la medición de los componentes de la CFT, test utilizado para la medición y valor porcentual asignado dentro de la CFT

Componente	Prueba	Valor porcentual (%)
Flexibilidad	Sit and Reach	10
Fuerza de aprensión de mano	Dinamometría de mano	10
Fuerza tren medio	One minute sit up test	20
Velocidad de marcha	Test 6 metros	25
Equilibrio y propiocepción	Romberg modificado	5
Resistencia cardiovascular	Ergometría con estimación de VO2 indirecto (protocolo Bruce modificado)	30

Fuente: los autores.

síndromes geriátricos, convirtiéndose en uno de los pilares del diagnóstico, seguimiento y manejo de la sarcopenia<sup>10</sup>, la cual es un trastorno progresivo y generalizado del músculo esquelético que se asocia con una mayor probabilidad de resultados adversos. Se define como la presencia de una disminución de la fuerza muscular asociada con una cantidad o calidad muscular baja, considerándose grave cuando se encuentra una disminución del rendimiento físico.<sup>11</sup> Es por esto que aparece el índice de masa muscular esquelética (IMME) entendido como la relación entre la masa muscular y la talla ( $IMME = \text{masa muscular}/\text{talla}^2 \text{ [k/m}^2\text{]})$ <sup>12</sup> utilizado para el diagnóstico de sarcopenia, que establece como criterio diagnóstico una disminución del IMME teniendo en cuenta la masa muscular de las extremidades de 2DE debajo de la media de adultos jóvenes sanos<sup>12</sup>, 20% por debajo del estándar para el género<sup>13</sup> o puntos de corte según la masa muscular absoluta para hombres y mujeres.<sup>14-16</sup>

Con base en lo anterior se convierte en una intervención efectiva en sarcopenia y síndromes geriátricos para mejorar la masa muscular esquelética, ya que con superior calidad y cantidad muscular se va a mejorar la fuerza y por tanto el rendimiento físico.

Esto explica cómo la CFT y el IMME son condiciones que se pueden mejorar y optimizar con el entrenamiento físico, contribuyendo en la calidad de vida y el grado de independencia de los pacientes. El objetivo del presente estudio fue determinar si un programa de entrenamiento supervisado y controlado una vez a la semana durante seis meses es efectivo para cambiar la CFT y el IMME en sujetos mayores de 18 años en Bogotá, Colombia.

prevención de salud llamado “Rehabilitación y Prevención de Enfermedades Crónicas” de seis meses de duración, supervisado por personal entrenado en enfermedades crónicas y controlado por médicos de la actividad física y del deporte, en un centro de acondicionamiento físico y rehabilitación integral localizado en Bogotá, Colombia.

#### Estrategia de muestreo

El estudio contempló un muestreo no probabilístico por conveniencia donde se incluyeron los pacientes que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión, con un total de 565 registros. La estrategia consistió en la revisión de las historias clínicas de los pacientes que asistieron al programa de promoción y prevención de salud, para validar los criterios y determinar el ingreso.

#### Sujetos

Los registros correspondían a los asignados por presentar enfermedades crónicas no transmisibles, mediante demanda inducida y asistían por sus propios medios al gimnasio. Solo se incluyeron los mayores de 18 años que completaron los 6 meses de intervención.

Al ingreso se realizó una consulta por parte de médicos especialistas en medicina de la actividad física y del deporte para valorar la composición corporal mediante bioimpedanciometría de 6 puntos con equipo OMRON Hbf-514c<sup>17</sup> y evaluar las enfermedades para establecer factores de riesgo y determinar recomendaciones para la realización del ejercicio. Así mismo, se sometieron a las pruebas para la cuantificación de la CFT mediante la medición de la flexibilidad, fuerza de aprensión de mano y de tren medio, velocidad de marcha, propiocepción/equilibrio y resistencia cardiovascular con los mismos protocolos. Los datos fueron registrados en un formato de historia clínica para conformar la base de datos. Después de la consulta y la valoración de las pruebas físicas, a cada paciente se le otorgó una prescripción de ejercicio individual que incluyó el componente de resistencia cardiovascular, fuerza y trabajos de flexibilidad.

## MÉTODOS

### Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional y analítico de cohorte retrospectiva, de información obtenida de los pacientes que asistieron a un programa de promoción y

## Sesión de ejercicio

Los pacientes asistieron una vez a la semana durante una hora para realizar ejercicio de tipo concurrente, funcional y convencional según las indicaciones del entrenador, dirigidos y supervisados durante 24 semanas.

Cada sesión se inició con la toma de signos vitales (frecuencia cardiaca y presión arterial) con equipos automatizados y registro en una planilla individual para el control, después se realizó el componente aeróbico supervisado en banda sin fin, elíptico, escaladora o bicicleta estática vertical o recumbente según las indicaciones del entrenador, durante 25 minutos. La intensidad del ejercicio fue monitorizada mediante escala de BORG modificada de 10 puntos, para lograr una intensidad de 4-6/10 o mediante escala de BORG original de 20 puntos<sup>18,19</sup>, para mantener la intensidad entre 12-15/20. La progresión se hizo a tolerancia manteniendo una intensidad constante durante todo el programa. Posterior al componente aeróbico cada sujeto fue monitorizado de nuevo en forma autónoma con frecuencia cardiaca y presión arterial, registrando los datos en la planilla individual de signos vitales y haciendo seguimiento de percepción de la fatiga con la escala de BORG de 10 puntos.<sup>18,19</sup>

Una vez controlados y supervisados los signos vitales luego de la primera fase de la sesión, se continuó con el componente de fuerza y propiocepción. Para esta fase el entrenamiento comprendió clases grupales en diferentes modalidades según el objetivo para cada sesión. Los sujetos eran guiados, supervisados e instruidos por personal capacitado. Fueron tres las rutinas establecidas en la metodología del estudio. *Ejercicio concurrente*: lo realizaron en 5 a 7 estaciones donde se hacía trabajo de fuerza de diferentes grupos musculares, propiocepción y/o coordinación realizando repeticiones del gesto durante 20 a 40 segundos. Cada circuito se trabajó en un total de 3-4 series con una densidad de 30-60 segundos entre circuito. *Circuitos de fuerza*: a los participantes se les instruyó para realizar ejercicios dirigidos de fuerza en diferentes grupos musculares con peso libre, autocargas y poleas a una intensidad aproximada de 40-60% 1RM (repetición máxima) con un volumen de 3 a 4 series de 12-15 repeticiones por ejercicio. Los grupos musculares se trabajaron así: a). bíceps, tríceps, hombro y zona *core*; b). glúteo, extensores y flexores de la rodilla, aductores y abductores; y c). estabilizadores centrales (zona *core*). Cada grupo muscular trabajado comprendió 2-3 ejercicios con una cadencia de 1:1:1 y densidad entre series de 60 segundos. *Danzas o clases musicalizadas*: los sujetos las efectuaron con entrenamiento corporal total durante 25 minutos a una intensidad promedio de 4-5 METs guiados y supervisados por el instructor entrenado.

Una vez finalizado el componente de fuerza y coordinación, se realizó la vuelta a la calma durante 5 a 10 minutos con ejercicios de respiración y de flexibilidad de tipo estáticos activos y pasivos con una intensidad de 3-4/10 en la escala visual análoga del dolor (EVA)<sup>20</sup>, con una duración de 5-10

segundos en cada posición y realizando la progresión a tolerancia con el fin de mantener la misma intensidad.

Antes de retirarse del gimnasio los pacientes se monitorizaron en cuanto a los signos vitales (presión arterial y frecuencia cardiaca) con equipos automatizados y diligenciaron la planilla que se entregaba antes de salir. Así mismo se controló la intensidad de la sesión con escala de BORG modificada<sup>18,19-21</sup> y los síntomas o molestias presentadas durante la sesión, los cuales eran reportados de inmediato al médico. En caso de estar asintomáticos, se daba por finalizada la sesión hasta la siguiente semana.

Una vez completadas las 24 semanas de ejercicio (seis meses), el paciente era citado para una valoración de egreso por parte de los médicos especialistas en medicina de la actividad física y del deporte para evaluar las variables de la CFT y antropometrías con las efectuadas al ingreso, para establecer patrones de mejoría y dar recomendaciones con el fin de continuar con los cambios en el estilo de vida.

## Pruebas para la medición de la capacidad física de trabajo

Durante la investigación se emplearon las siguientes pruebas de medición de la CFT. *Prueba de Flexibilidad (sit and reach)*: la evalúa a partir del movimiento de flexión del tronco en posición sentado con las rodillas extendidas, para lo cual se midió la amplitud del movimiento en centímetros donde el cero coincide con el punto a 90 grados del tobillo. Se le pidió a cada individuo ubicado en sedente largo que flexionara el tronco lo máximo posible con ambas piernas extendidas y los pies apoyados en una superficie fija sin flexionar las rodillas y que con las manos juntas una sobre otra paralelas al suelo lograra el mejor rendimiento. Se le pidió que exhalara durante el movimiento y colocara su cabeza entre los brazos durante la medición. Si lograba sobrepasar el cero manteniendo la posición por tres segundos, se consideraban centímetros positivos, por el contrario si no lograba alcanzar el cero se asignaban centímetros negativos. No se permitieron movimientos balísticos. Se repitió el gesto en tres ocasiones y se registró el mejor puntaje obtenido. En cuanto a los valores de referencia, son adaptados del ACSM para el test de flexibilidad.<sup>22</sup> *Prueba de fuerza de aprehensión de mano (dinamometría)*: determina la fuerza de agarre como medición indirecta de la fuerza en general y predictor de discapacidad y mortalidad en general.<sup>23</sup> Se realizó utilizando un dinamómetro digital de mano de captura automática marca CAMRY® EH101<sup>24</sup> con una capacidad máxima de 200 lb (90 k) que se ajustó a la longitud de la empuñadura, después se le indicó que lo sostuviera en la mano con los codos extendidos, en bipedestación y que realizara una aprehensión a su máxima capacidad durante al menos un segundo sin apoyar el dinamómetro ni el miembro superior en el cuerpo o alguna superficie. Se repitió el procedimiento con el miembro superior contralateral. Se registró el mejor valor obtenido. Las cifras de referencia utilizadas, fueron adaptadas del ACSM.<sup>9</sup>

Fuerza de tren medio (abdominales en un minuto): el objetivo es medir la fuerza del tren medio a partir del número de abdominales que el individuo puede realizar en un minuto. Se le pide que se coloque en posición decúbito dorsal en una superficie plana y rígida, luego que flexione las rodillas 45-60 grados para lograr apoyo de los pies en la superficie, después con los brazos cruzados sobre el pecho debe elevar el tronco hasta despejar las escápulas de la superficie intentando juntar los codos con las rodillas, por último regresa a la posición inicial (bajando el tronco hasta que el ángulo inferior de las escapulas toque la superficie de apoyo). Debe inspirar durante la elevación y espirar al bajar, tener la cadera todo el tiempo alineada con el fin de evaluar la fuerza de la zona media del cuerpo sin ayudas externas (como apoyo de brazos o balanceo de miembros inferiores). Los valores de referencia utilizados fueron adaptados de Pollock y Wilmonre.<sup>25</sup>

*Prueba de velocidad de marcha (test de 6 mts):* busca determinar la velocidad de la marcha en una distancia de 6 mts. Para su realización se indicó una caminata “tan rápido como le sea posible” a lo largo de una distancia de 6 mts ya medida. Se contabilizó el tiempo requerido por el sujeto para recorrer la distancia y se calculó la velocidad expresada en metros/segundos (m/s) con partida detenida, es decir sin impulso.<sup>26,27</sup> Los valores de referencia utilizados son los planteados por el Consenso Europeo de Sarcopenia<sup>10</sup> a partir de los cuales se establecen puntos de corte según el consenso de médicos evaluadores del deporte.<sup>10</sup>

*Prueba de equilibrio (Romberg modificado):* mide la propiocepción y el equilibrio mediante un test modificado, en donde se le pide al paciente que en posición bípeda cierre los ojos, lleve los brazos en extensión de hombro hasta 90 grados y eleve uno de los miembros inferiores quedando en posición monopodal con cadera y rodilla a 90°, la contralateral en extensión completa durante 5 segundos; se toma la medida del tiempo al perder el balance y/o apoyar el otro pie. Luego se le pide que realice la misma acción con el miembro inferior contralateral. Se registra el mejor resultado.<sup>28</sup>

*Prueba de resistencia (ergometría-test cardiovascular incremental):* establece la capacidad cardiopulmonar mediante una prueba ergométrica incremental con medición de consumo indirecto de oxígeno. Se programó un aumento progresivo de la carga en banda sin fin, correlacionando la frecuencia cardiaca. La prueba se inició con un calentamiento y acople a la banda de 3 minutos a una velocidad de 3 kilómetros/hora (k/h) con inclinación de 2% y prosiguió con etapas de 1 minuto de incremento de la velocidad 1 k/h por etapa con inclinación constante hasta finalizar la prueba, o aumento de 2% de inclinación si el paciente podía continuar, pero con la misma velocidad. Después se realizó un descenso gradual de la carga hasta llegar a una velocidad mínima de 2-3 k/h que se mantuvo durante 3 minutos como recuperación activa. El sujeto fue monitorizado con pulsómetro o telémetro según

clasificación de riesgo cardiovascular para actividades con fines de acondicionamiento de la Asociación Americana del Corazón (AHA por su sigla en inglés).<sup>29,30</sup> La duración fue condicionada por el paciente teniendo en cuenta la incapacidad de mantener el gesto con el incremento de la carga, aparición de dolor muscular limitante, disnea severa, dolor torácico, mareo o alcanzar la frecuencia cardiaca (FC) máxima teórica determinada por la fórmula de Karvonen y col. (1957) [ $220 - \text{edad en años}^{31}$ , en caso de que el paciente estuviera asintomático y pudiera continuar se realizó una prueba supramaximal (definida como FC por encima de la FC máxima teórica)], presencia de síntomas neurológicos (cefalea, ataxia, mareo o síncope), mala señal electrocardiográfica o cambios significativos en el segmento ST o del QRS en monitorización con telemetría. Se calcularon los METs mediante el uso de la aplicación QX calculate ©<sup>32</sup> en la fórmula de estimación de la capacidad de ejercicio (METs) y se determinó el consumo de oxígeno alcanzado a partir de la fórmula  $\text{VO}_2 = \text{METs} \times 3.5$ . Los valores de referencia utilizados para la interpretación fueron adaptados del ACSM.<sup>9</sup>

## ANÁLISIS DE DATOS

Se llevó a cabo un análisis inicial univariado de las variables descriptivas para conocer las características de la población por medio de medidas de tendencia central y de dispersión, para las variables cuantitativas y de frecuencia y porcentaje para las cualitativas. Después del análisis inicial se procedió a uno bivariado entre el antes y el después logrando obtener medias de diferencia entre los valores iniciales y finales. Para conocer esta diferencia de medias se empleó la prueba de T student, después de comprobar que los datos tenían un comportamiento normal con un valor de p menor de 0,05 para significancia estadística.

## RESULTADOS

Se analizaron 565 registros de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión con una media de edad de 59 años y una desviación estándar de 10.56 años entre los 19 y 83 años. 359 pacientes eran mujeres (63.54%) con una relación hombre: mujer de 1:1.6. Se evaluaron los índices de masa corporal (IMC) y de masa muscular esquelética (IMME) como predictores de pérdida de funcionalidad descrito por los diferentes grupos de evaluación de sarcopenia, encontrando que al inicio de la valoración el IMC fue de  $28.53 \pm 4.84$  y al finalizar la intervención  $28.29 \pm 5.23$  con una  $p=0.13$ . Por su parte el IMME al inicio fue de  $7.98 \pm 2.54$  y al finalizar el programa de  $7.93 \pm 2.55$  con una  $P=0.002$  (tabla 2).

**Tabla 2.** Características generales de la población

	Frecuencia	Abordaje			
<b>Género</b>					
masculino	206	36,46			
femenino	359	63,54			
<b>Antecedentes</b>					
ECV	40	7,08			
HTA	322	56,99			
DM	109	19,29			
dislipidemia	225	40,18			
EPOC	18	3,19			
sobrepeso	170	30,09			
obesidad	205	36,28			
	<b>Media</b>	<b>DS</b>	<b>mín - máx</b>	<b>sig.</b>	
Edad	59,06	10,57	19 - 83		
IMC inicial	28,54	4,84	9,30 - 44,29		
IMC final	28,4	4,81	17,63 - 42,46	0,13	
IMME inicial	7,94	1,29	2,28 - 11,62		
IMME final	8	2,44	4,49 - 56,26	0,002	

IMC: índice de masa corporal; IMME: índice de masa muscular esquelética; DS desviación estándar. Fuente: los autores.

Se encontró que 91.5% de los pacientes presentaban al menos un antecedente de importancia clínica (**tabla 3**): hipertensión arterial (56.99%), dislipidemia (40.18%), obesidad (36.28%), sobrepeso (30.09%), diabetes mellitus (19.29%), patología cardiovascular (7.08%) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (3.19%).

**Tabla 3.** Antecedentes clínicos de importancia

Antecedentes patológicos	Frec	Porcentaje
Sin antecedentes	48	8,5
1 antecedente	164	29,03
2 antecedentes	184	32,57
3 antecedentes	123	21,77
4 antecedentes	42	7,43

Fuente: los autores.

Al evaluar la CFT, encontramos que hay una mejoría de la media en -8,59 puntos al comparar los valores antes y después de la intervención con datos estadísticos significativos ( $P=0.000$ ). De igual manera, al analizar cada uno de los componentes de la CFT todos los valores de media tienen cambios estadísticos significativos (**tabla 4**).

## DISCUSIÓN

Hoy se sabe que la sarcopenia es una enfermedad que afecta la función y calidad del músculo<sup>11</sup> y se asocia con la edad; esa alteración de la calidad y función es la que se relaciona con la alteración de los componentes evaluados en la CFT.

En la literatura es difícil encontrar estándares únicos y globales para la medición de la capacidad física, así como la determinación de las alteraciones en la calidad y funcionalidad del músculo. Se han creado grupos que han analizado diferentes métodos para evaluación y así poder crear estándares para el diagnóstico. Uno de los más influyentes en nuestro medio es el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Edad Avanzada<sup>10</sup>, que en su segundo consenso incluyó la función muscular (a partir de la medición de la fuerza muscular como medida más confiable y el rendimiento físico)<sup>11</sup> dentro de la definición operacional de sarcopenia, dando mayor importancia a la evaluación de la CFT.

El ejercicio físico sigue siendo una estrategia de fácil acceso y bajo costo para cualquier tipo de paciente, con beneficios en la composición corporal y la funcionalidad, así como el control de enfermedades crónicas no transmisibles.<sup>25</sup> Sin embargo nos enfrentamos a una sociedad sedentaria con pocos hábitos de actividad física, que aumenta el riesgo de

**Tabla 4.** Evaluación de la capacidad física de trabajo (CFT)

CONDICIÓN	Media	DS	IC	p-valor
<b>Capacidad física de trabajo (CFT)</b>				
inicial	43,3	10,31	(16,6; 77)	
final	51,89	9,84	(22; 90)	0.000*
<b>Fuerza de agarre (kg)</b>				
inicial	24,93	8,62	(4,8; 48,2)	
final	26,51	8,73	(1; 59)	0.044*
<b>Fuerza de abdomen (#/min)</b>				
inicial	5,87	9,22	(-12; 50)	
final	8,04	11,1	(0; 54)	0.000*
<b>Flexibilidad (cm)</b>				
inicial	-9,87	9,63	(-40; 20)	
final	-7,61	9,22	(-36; 22)	0.000*
<b>Equilibrio</b>				
inicial	2,99	1,2	(1; 5)	
final	3,58	1,11	(1; 14)	0.002*
<b>Vel. marcha (m/s)</b>				
inicial	1,62	0,82	(0,13; 15)	
final	1,87	0,4	(0,32; 5)	0.000*
<b>VO2 (ml/kg/min)</b>				
inicial	5,6	1,45	(2,16; 12)	
final	6,64	1,65	(1,03; 14)	0.003*

DS: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; lb: libras; cm: centímetros; #/min: número por minuto; m/s: metros por segundo; \*p-valor <0.05 (estadísticamente significativo). Fuente: los autores.

complicaciones por enfermedad, sabiendo que la inactividad física es considerada un factor independiente de mortalidad por la OMS (Organización Mundial de la Salud).<sup>25</sup>

En el presente estudio pretendimos evaluar la efectividad de un programa de actividad física controlado y dirigido una vez a la semana durante 6 meses y su impacto en la CFT, esta última planteada a partir de la medición de diferentes componentes del *fitness* para una valoración global de la CF y la medición de manera objetiva.

Encontramos que la mayoría de nuestra población (93%) presenta al menos un antecedente clínico significativo, siendo de importancia cardíaca y metabólica con impacto en la salud, por lo que se benefician de la actividad física como estrategia de prevención primaria y secundaria.<sup>25</sup> De igual forma hallamos que al evaluar el impacto de la intervención sobre la CFT hubo mejoría (p=0.000) al finalizar el programa, con aumento en las mediciones de los diferentes componentes de la CFT, lo que se traduce en beneficios en su condición de salud y calidad de vida.

Se evidenció un cambio significativo en la fuerza de agarre (P=0.000) al finalizar la intervención con efectos positivos

en la CFT, ya que se ha documentado en diferentes estudios que la mejoría de la fuerza de agarre se relaciona con el desarrollo de fuerza global<sup>33</sup>; de igual manera la fuerza de agarre es considerada una de las principales exponentes en la valoración de la calidad muscular.<sup>11</sup> Por otra parte la determinación de la fuerza de abdomen presenta una medida objetiva del tren medio o zona *core*, la cual es importante para el equilibrio, la postura y movimientos como sentarse, ponerse de pie o deambular<sup>33</sup>, fundamentales para cumplir las AVD. “ Hubo un cambio significativo en la fuerza de abdomen (P=0.000) al finalizar la intervención, lo cual se ha demostrado que tiene un impacto positivo en el equilibrio, la marcha y el nivel de acondicionamiento físico.<sup>33,34</sup>

Otra de las variables evaluadas fue la flexibilidad, en la cual documentamos un cambio significativo (P=0.000), aunque fue uno de los valores con menor variación quizá por la frecuencia de las sesiones durante la intervención y el enfoque del programa de entrenamiento, en donde la flexibilidad era la cualidad física menos entrenada. En cuanto al equilibrio, encontramos un cambio estadísticamente significativo (P=0.000) que puede relacionarse tanto por la

intervención como por la mejoría en otras cualidades físicas, como la fuerza de agarre, la abdominal y la capacidad cardiorrespiratoria.<sup>31</sup>

En cuanto a la velocidad de la marcha, pudimos evidenciar una mejoría estadística significativa ( $P=0.000^*$ ) con cambio de la media de 0.5 metros/seg al finalizar la intervención con ejercicio. La velocidad de la marcha se puede relacionar con la funcionalidad y capacidad de movimiento<sup>35</sup>, por lo que la mejoría sugiere superiores resultados en cuanto a la calidad de vida del paciente y por tanto en la CF.

Respecto a la última variable que compone la CFT, la capacidad cardiorrespiratoria, fue estimada a partir de una prueba indirecta, encontrándose un notable cambio ( $P=0.000$ ) de 3.11 que se traduce en aumento de los equivalentes metabólicos (MET) realizados, lo cual implica una mejoría de la CFT como del impacto en la mortalidad de los pacientes pertenecientes al estudio. Como se documentó en estudios previos, la mejoría de 1 MET disminuye entre 10 a 20% la mortalidad por cualquier causa, siendo de mayor importancia las cardiovasculares<sup>36,37</sup>, que mejora el pronóstico. Se observó que la capacidad cardiorrespiratoria fue el componente que más mejoró al finalizar la intervención, como también lo mostró el estudio de Crawford y col.<sup>38</sup>

Al evaluar el IMME, encontramos que hubo una diferencia significativa luego de la intervención ( $P=0.002$ ); sin embargo pudimos evidenciar un incremento de la media de -0,06 puntos, lo que sugiere que los cambios se producen a nivel de la microestructura muscular con mejorías en la fuerza y la resistencia muscular, que explican los cambios en las pruebas de la CFT. Como se expone en el EWGOP2, se producen cambios adaptativos en la calidad mecánica en donde se mejora la capacidad para realizar un trabajo por unidad de masa muscular<sup>11</sup>, lo cual impacta el contexto de sarcopenia.

El ejercicio físico ha mostrado ser beneficioso para la salud global.<sup>39</sup> Se recomienda actividad física moderada 150 minutos a la semana, es decir sesiones de 30 minutos 5 veces a la semana o actividad física de alta intensidad al menos 20 minutos por 3 días a la semana con efectos en la condición física, así como en el control de comorbilidades como hipertensión arterial, diabetes mellitus y obesidad, entre otras.<sup>9,39,40</sup>

Una de las limitaciones fue la intervención dirigida y supervisada menor que las recomendaciones actuales del ACSM. Aunque se promovía la actividad física independiente, no tuvimos en cuenta lo que puede contribuir a los cambios en la evaluación de los resultados, dado que no es exclusivo del programa de actividad física realizado y por lo tanto no fue posible establecer de manera objetiva el volumen final de la intervención. De igual forma, la sesión de ejercicios incluía actividades combinadas de resistencia aeróbica y fuerza, que puede explicar mejoras superiores, en vez de ejercicios exclusivos para dar cumplimiento a las recomendaciones de la ACSM.<sup>9,41</sup> Para futuras investigaciones es importante cuantificar de manera

objetiva el volumen e intensidad de la intervención para formular recomendaciones diferentes a las planteadas por la ACSM.

## CONCLUSIÓN

Nuestro estudio sugiere que una intervención, dirigida y supervisada de una hora una vez a la semana durante seis meses trae beneficios en las variables de fuerzas de agarre y de tren medio, equilibrio, velocidad de marcha, flexibilidad y capacidad cardiorrespiratoria, lo que se traduce en mejoría de la CFT en pacientes adultos con comorbilidades en especial cardiovasculares, que impactan en la calidad de vida y mayor desarrollo de las AVD. De igual manera encontramos que hay cambios significativos en el IMME, atribuibles a los que ocurren en la microestructura del músculo ocasionando mejoría en la capacidad de realizar un trabajo por unidad de masa muscular. Se sugieren estudios posteriores que evalúen el nivel de adherencia y el impacto en la cotidianidad de una intervención supervisada y controlada una vez a la semana, ya que el ejercicio físico tiene beneficios para la salud que se expresan en mejor calidad de vida y control de enfermedades crónicas no transmisibles.

## AGRADECIMIENTOS

A la División de Investigaciones por su asesoría.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno de los investigadores declara conflictos de interés.

## FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto no requirió ningún tipo de financiación.

## REFERENCIAS

1. Moritani T, Ata AN, Devries HA, Muro M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics*. 1981;24(5):339–50. doi: 10.1080/00140138108924856
2. Kenny GP, Yardley JE, Martineau L, Jay O. Physical work capacity in older adults: Implications for the aging worker. *Am J Ind Med*. 2008;51(8):610–25. doi: 10.1002/ajim.20600
3. Van Den Berg TIJ, Elders LAM, De Zwart BCH, Burdorf A. The effects of work-related and individual factors the work ability index: A systematic review. *Occup Environ Med*. 2009;66(4):211–20. doi: 10.1136/oem.2008.039883

4. Herrera-Castanedo S, Vázquez-Barquero J, Gaité Pindado L. La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF). *Rehabilitación*. 2008;42(6):269–75. doi: 10.1016/S0048-7120(08)75662-7
5. Soer R, Van Der Schans CP, Groothoff JW, Geertzen JHB, Reneman MF. Towards consensus in operational definitions in functional capacity evaluation: A Delphi survey. *J Occup Rehabil*. 2008;18(4):389–400. doi: 10.1007/s10926-008-9155-y
6. Trippolini MA, Dijkstra PU, Geertzen JHB, Reneman MF. Construct Validity of Functional Capacity Evaluation in Patients with Whiplash-Associated Disorders. *J Occup Rehabil*. 2015;25(3):481–92. doi: 10.1007/s10926-014-9555-0
7. Gouttebauge V, Wind H, Kuijer PPFM, Frings-Dresen MHW. Reliability and validity of Functional Capacity Evaluation methods: A systematic review with reference to Blankenship system, Ergos work simulator, Ergo-Kit and Isernhagen work system. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004;77(8):527–37. doi: 10.1007/s00420-004-0549-7
8. World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health - WHO-ICF [Internet]. WHO-ICF. World Health Organization; 2001 [cited 2021 Apr 29]. Available from: <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>
9. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription [Internet]. 10th ed. Kluwer W, editor. 2018 [cited 2021 Apr 29]. Available from: <https://www.worldcat.org/title/acsm-s-guidelines-for-exercise-testing-and-prescription/oclc/958942491>
10. Cruz Jentoft A, Baeyens JP, Bauer JM. Sarcopenia: consenso europeo sobre su definición y diagnóstico. Informe del Grupo europeo de trabajo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada. *Br Geriatr Soc*. 2018;39(4):412–23. doi: 10.1093/ageing/afq034
11. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169
12. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755–63. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520
13. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick E, Goodpaster B, Nevitt M, et al. Sarcopenia: Alternative Definitions and Associations with Lower Extremity Function. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(11):1602–9. doi: 10.1046/j.1532-5415.2003.51534.x
14. Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, Rosenberg IH, Roubenoff R. Skeletal Muscle Cutpoints Associated with Elevated Physical Disability Risk in Older Men and Women. *Am J Epidemiol*. 2004;159(4):413–21. doi: 10.1093/aje/kwh058
15. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):889–96. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x
16. Afshari D, Siahi Ahangar A, Mohi Pour S, Ahmadi angali K, Amirmoezi S. The effects of anthropometric and demographic factors on physical work capacity. *J Occup Hyg Eng*. 2018;4(4):12–9. doi: 10.21859/johe.4.4.12
17. OMRON. Manual de Instrucciones. Balanza de control corporal Hbf-514c [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 29]; Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anthropomed.cl/wp-content/uploads/2017/07/Manual-Omron-514cla.pdf>
18. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sport Exerc*. 1982;14(5):377–81.
19. Borg E, Kaijser L. A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scand J Med Sci Sport*. 2006;16(1):57–69. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00448.x
20. Pardo C, Muñoz T, Chamorro Jambriña C. Monitorización del dolor. Recomendaciones del grupo de trabajo de analgesia y sedación de la SEMICYUC. *J Med Sci Sport*. 2008;30(8):379–385. doi: 10.1016/s0210-5691(06)74552-1
21. Valencia Chávez A, Jiménez Orozco JH, Díaz Marchán L, Mazadiego González ME. Correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno durante la prueba de esfuerzo máxima en pacientes postinfartados. *Rev Mex Med Fis Rehab*. 2012;24(1):5–9.
22. Sinaki M, Offord KP. Physical activity in postmenopausal women: effect on back muscle strength and bone mineral density of the spine. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988;69(4):277–80.
23. Yaginuma Y, Abe T, Thiebaud RS, Kitamura T, Kawanishi M, Fukunaga T. Can Handgrip Strength Improve Following Body Mass-Based Lower Body Exercise? *Biores Open Access*. 2017;6(1):19–27. doi: 10.1089/biores.2017.0008
24. General ASDE. Manual de Usuario: dinamómetro electrónico CAMRY Mod: EH101 [Internet]. 2020 [citado 2021 Apr 29]. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://generalasde.com/dinamometro/manual-dinamometro-camry-eh101-general-asde.pdf>
25. Pollock ML, Wilmore J. Resistance training for Health. The President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest. 1996 [cited 2021 Apr 29];1–9. Available from: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1010870](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1010870)
26. Rybertt C, Cuevas S, Winkler X, Lavados P, Martínez SF. Parámetros funcionales y su relación con la velocidad de marcha en adultos mayores chilenos residentes en la comunidad. *Biomedica*. 2015;35(2):212–8. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i2.2571>
27. Puthoff ML. Outcome measures in cardiopulmonary physical therapy: short physical performance battery. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2008;19(1):17–22.
28. Hernandez N, Álvarez G, Bravo F, Vieira JC, Reina EA, Herrera J manuel. Validación de la prueba de Romberg Modificada para la determinación del tiempo de propiocepción inconciente en adultos sanos. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2018;32(2):93-99. doi: 10.1016/j.rccot.2017.11.001

29. Franca da Silva AK, da Costa de Rezende Barbosa MP, Barbosa Bernardo AF. Cardiac risk stratification in cardiac rehabilitation programs: a review of protocols. *Rev Bras Cir Cardiovasc* [Internet]. 2014;29(2):255–265. doi: 10.5935/1678-9741.20140067
30. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Drazner MH, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: A report of the american college of cardiology foundation/american heart association task force on practice guidelines. *Circulation*. 2013;128(16):240–327. doi: 10.1161/CIR.0b013e31829e8776
31. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957;35(3):307–15.
32. Inc QS. Calculate by QxMD | QxMD [Internet]. [cited 2021 Apr 29]. Available from: <https://qxmd.com/calculate-by-qxmd>
33. Fujita T, Sato A, Togashi Y, Kasahara R, Ohashi T, Yamamoto Y. Contribution of abdominal muscle strength to various activities of daily living of stroke patients with mild paralysis. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(3):815–818. doi: 10.1589/jpts.27.815
34. Son S, Jeon B. Effects of an abdominal muscle exercise program in people with intellectual disabilities residing in a residential care facility. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(7):1196–200. doi: 10.1589/jpts.29.1196
35. Gurses HN, Zeren M, Denizoglu Kulli H, Durgut E. The relationship of sit-to-stand tests with 6-minute walk test in healthy young adults. *Med (United States)*. 2018;97(1):e9489. doi: 10.1097/MD.0000000000009489
36. Khan H, Kunutsor S, Rauramaa R, Savonen K, Kalogeropoulos AP, Georgiopoulou V V., et al. Cardiorespiratory fitness and risk of heart failure: A population-based follow-up study. *Eur J Heart Fail*. 2014;16(2):180–8. doi: 10.1111/ejhf.37
37. Berry JD, Pandey A, Gao A, Leonard D, Farzaneh-Far R, Ayers C, DeFina L, Willis B. Physical fitness and risk for heart failure and coronary artery disease. *Circ Hear Fail*. 2013;6(4):627–34. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.112.000054
38. Crawford D, Drake N, Carper M, DeBlauw J, Heinrich K. Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? *Sports (Basel)*. 2018;6(2):26. doi: 10.3390/sports6020026
39. World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health [Internet]. WHO-ICF. 2010 [cited 2021 Apr 28]. Available from: <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>
40. Cordero A, Dolores Masiá M, Galve E. Ejercicio físico y salud. *Rev Esp Cardiol*. 2014;67(9):748–53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2014.04.007>
41. Shaw I, Shaw BS, Brown GA, Cilliers JF. Concurrent resistance and aerobic training as protection against heart disease. *Cardiovasc J Afr*. 2010;21(4):166–9.

