

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO FUNCIONAL EN  
DONDE SE ARTICULAN, LA FUERZA, POTENCIA MUSCULAR Y EQUILIBRIO EN  
LA OPTIMIZACIÓN DE AUTONOMÍA FUNCIONAL EN EL ADULTO MAYOR.**

**YOVANY ANDRÉS MEDINA QUINTERO**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN  
ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**FACULTAD DE CULTURA FÍSICA DEPORTE Y RECREACIÓN**

**MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD**

**BOGOTÁ D. C**

**2016**

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO FUNCIONAL EN  
DONDE SE ARTICULAN, LA FUERZA, LA POTENCIA MUSCULAR Y EQUILIBRIO  
EN LA OPTIMIZACIÓN DE AUTONOMÍA FUNCIONAL EN EL ADULTO MAYOR.**

**YOVANY ANDRÉS MEDINA QUINTERO**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN  
ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD**

**ASESOR**

**DENNIS CONTRERAS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**FACULTAD DE CULTURA FÍSICA DEPORTE Y RECREACIÓN**

**MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD**

**BOGOTÁ D. C**

**2016**

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
JUSTIFICACIÓN .....	14
OBJETIVOS .....	16
OBJETIVO GENERAL .....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
CAPITULO 2.....	18
MARCO TEÓRICO .....	18
Epidemiología del envejecimiento .....	18
Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento .....	23
Prescripción del ejercicio en el adulto mayor .....	39
MARCO CONCEPTUAL .....	51
Calidad de vida .....	51
Autonomía funcional .....	53
Fuerza.....	54
Potencia muscular .....	55
Equilibrio.....	56
MARCO LEGAL.....	57
ESTADO DEL ARTE.....	62
CAPITULO 3.....	73
METODOLOGÍA.....	73
POBLACIÓN .....	73
Conformación de los grupos.....	73
CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	74
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	74
LA EVALUACIÓN.....	75
LA DOSIFICACIÓN DEL EJERCICIO .....	78
EVALUACIÓN FINAL .....	81
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	81

COMPONENTE ÉTICA.....	82
CAPITULO 4.....	83
RESULTADOS.....	83
CONCLUSIONES.....	91
Bibliografía.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Proyección del índice de Envejecimiento en América Latina. 1950 – 2050. ....	19
<b>Tabla 2</b> Principales cambios estructurales y sus consecuencias fisiológicas o Fisiopatológicas en el proceso de envejecimiento. ....	26
<b>Tabla 3</b> Cambios Morfológicos y funcionales asociados al envejecimiento. ....	31
<b>Tabla 4</b> Alteraciones de la fuerza en tren inferior en el adulto mayor. ....	34
<b>Tabla 5</b> Recomendaciones, beneficios y riesgos del entrenamiento aeróbico y de fuerza en el adulto mayor. ....	42
<b>Tabla 6</b> Prescripción del ejercicio en al adulto mayor. ....	43
<b>Tabla 7</b> Efectos y dosis recomendadas en el entrenamiento de fuerza y los posibles enfoques organizativos para diferentes formas de entrenamiento en las personas mayores. ....	46
<b>Tabla 8</b> Recomendaciones para la prescripción de ejercicio en personas afectadas por sarcopenia. ....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Consecuencias funcionales de los cambios relacionados con la edad en la sarcopenia. ....	36
<b>Figura 2.</b> Condiciones que pueden influir en el adulto mayor para convertirse en un paciente frágil. Fuente (Herrero, 2012).....	38
<b>Figura 3.</b> Diagrama del modelo conceptual de Calidad de vida de la OMS. Fuente (Urzua, 2012).....	52

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1	Índice de Masa Corporal .....	83
Grafico 2	Test caminata de 6 minutos .....	84
Grafico 3	Test sentarse y levantarse de la silla.....	85
Grafico 4	Test flexión de codo.....	86
Grafico 5	Test flexión de tronco en la silla.....	87
Grafico 6	Test juntar las manos por detrás de la espalda .....	88
Grafico 7	Test Levantarse, caminar y volver a sentarse .....	89
Grafico 8	Test Equilibrio estático .....	90

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO FUNCIONAL EN DONDE SE ARTICULAN, LA FUERZA LA POTENCIA Y EQUILIBRIO EN LA OPTIMIZACIÓN DE AUTONOMÍA FUNCIONAL EN EL ADULTO MAYOR.**

**CAPÍTULO 1**

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La población mundial ha estado envejeciendo desde sus propios orígenes, aunque no de forma constante, con una tendencia a acelerarse en las últimas décadas. El grupo de los mayores de sesenta años aumenta significativamente en la actualidad (Quijano, 2015); el número de personas con sesenta años o más en todo el mundo se ha duplicado desde 1980, y se prevé que alcance los dos mil millones para el 2050 (OMS, 2012). La esperanza de vida de todos los países en desarrollo era de 46 años en 1959, 64 años en 1990 y 72 años en el 2000. La mitad de las personas nacidas en el 2000 en el Tercer Mundo estarán vivas en el 2072. Según Triana (2014), se prevé que de aquí a 2050 el número de personas de edad que no pueden valerse por sí mismas se multiplicará por cuatro en los países en desarrollo. Muchas de las personas de mayor edad pierden su capacidad de vivir de forma autónoma debido a su limitada movilidad, su debilidad u otros problemas de salud físicos o mentales (OMS, 2012).

Como consecuencia de los avances médicos la esperanza de vida ha aumentada, a raíz de esto, el ser humano viene presentando una serie de cambios en los patrones de enfermar en lo

que se conoce como transición epidemiológica. Estas enfermedades agudas, de curso exógeno y transmisible, se ha reemplazado por la edad-dependiente, origen endógeno, curso crónico y generalmente no transmisible (Herrero, 2012).

Esta tendencia a nivel mundial también se establece en Colombia, las sociedades actuales han tomado la decisión de reducir su tasa de natalidad, el perfil demográfico del país en lo que se refiere a la población de adulto mayor ha sufrido cambios acelerados. En Colombia, para el 2013, la población mayor (sesenta años y en adelante) es de 4.962.491 (10,53% del total de la población). De esta población, 2.264.214 son hombres y 2.698.277 son mujeres, lo que significa que en la vejez hay una proporción de mujeres significativamente mayor a los hombres (DANE, Proyecciones de Población 2005-2020). En el contexto del proceso de transición demográfica, el envejecimiento de la población del país tiene la siguiente dinámica: la población de sesenta años o más tiene tasas de crecimiento superiores al crecimiento de la población total, entre 1985 y el 2013, la población total de sesenta años o más pasó de 2.143.109 a 3.815.453; en el 2005 y para el 2010, se proyectó en 4.473.447 de personas mayores, con un ritmo de crecimiento del 3,18% promedio anual en ese periodo. Para el 2015, se proyectó un crecimiento de la población mayor en un 3,51% y del 3,76% para el 2020 (Minsalud, 2013). Teniendo en cuenta este cambio demográfico tan acelerado, todos los países se enfrentan a retos importantes para garantizar que sus sistemas sanitarios y sociales estén preparados para afrontar ese cambio demográfico (OMS, 2015).

Datos de 2010 refieren que la mortalidad por consecuencia de la caída es del orden de, aproximadamente, 424 mil personas en el mundo, siendo que cerca del 80% de estos óbitos ocurrieron en países de bajos y medianos recursos económicos; además de eso, cada año, 37,3 millones de adultos mayores sufren caídas y necesitan de atención médica (Fhon, 2012), lo que genera un gasto importante en salud pública. En este mismo estudio, se entrevistaron 240 adulto

mayores indagando sobre caídas que hubiesen tenido seis meses atrás; 33,3% había presentado alguna caída en ese periodo de tiempo, existiendo mayor prevalencia en las mujeres con un 68,75% en relación con el 31,25% de los hombres. Es así como en países europeos se reportaron en 2004 aproximadamente 2,77 billones de euros en gastos anuales producto de fracturas de cadera en adultos mayores de sesenta años; además se prevé que con el aumento de la población de esta edad, en 2030 los costos aumenten a más de 3,85 billones de euros (López, 2015).

Por otra parte, desde un punto de vista biológico, el envejecimiento es la consecuencia de la acumulación de una gran variedad de daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo, lo que lleva a un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, un aumento del riesgo de enfermedad y, finalmente, a la muerte (OMS, 2015). El envejecimiento abarca modificaciones en la calidad estructural y funcional de la piel, la masa muscular, la reserva cardiorrespiratoria, los sistemas óculo-vestibular, nervioso central y nervioso periférico, la velocidad de reacción y respuesta y el nivel cognitivo y conductual (Cuervo, 2013).

Es un hecho que a medida que el ser humano envejece, su funcionalidad se va deteriorando, el concepto de funcionalidad hace referencia a la capacidad que poseen los seres humanos para llevar a cabo de manera autónoma actividades de la vida diaria (AVD) de un mayor o menor nivel de complejidad (Arroyo et al., 2007; Poblete, 2015), a la vez que su salud empieza a presentar problemas, todos sus sistemas se van deteriorando con el paso de los años, entre ellos el sistema muscular; después de los cincuenta años de edad, la masa muscular disminuye a una tasa anual de 2,1%, la fuerza muscular desciende un 1,5% entre los cincuenta y los sesenta años y, posteriormente, alcanza el 3% (Von Haehling et al., 2010; Mata, 2013), el sistema muscular es uno de los colaboradores de la independencia funcional del adulto mayor, ya que, si este sistema se encuentra afectado o deteriorado, lo más seguro es que sus patrones motores también lo estén, por ende se dificulta el autocuidado, aumentándose el riesgo de caída,

siendo este uno de los factores que inciden en un gran número de lesiones y hasta en la misma discapacidad, teniendo que ser apoyado por otras personas para realizar sus actividades diarias, lo que afecta la calidad de vida de todos los implicados.

Es de aclarar que estos cambios no se presentan de la misma forma para todos los seres humanos, la velocidad con la que se vayan presentando dichas alteraciones dependerá de múltiples factores en cada individuo, algunos de ellos modificables, como los buenos hábitos alimenticios, niveles aceptables de actividad física durante la vida, control de los niveles de estrés, entre otros. Estos procesos se aceleran aún más si las personas en edades tempranas tienden a ser sedentarias y, aún peor, si al llegar a la tercera edad continúan siéndolo, ya que la actividad física o el ejercicio físico regular estimulan muchas de estas estructuras, retardando las desadaptaciones producidas por la edad.

Estudios han demostrado que los sujetos de edad avanzada presentan problemas de funcionamiento físicos y cognitivos, esto, incrementado con un estilo de vida inactivo y los cambios fisiológicos relacionados con el envejecimiento, desfavorece la calidad de vida (Joshua et al., 2014; Vilches Avaca, 2015). El principal problema asociado a la edad adulta avanzada es la drástica disminución de la capacidad funcional y la consiguiente pérdida de la independencia, causada por una reducción en el movimiento. El movimiento es un acto de expresión de las esferas cognitivas, emocionales y físicas, a través del cual el hombre se comunica con el entorno cercano (sujetos y objetos) (Villada, 2013), por esta razón, es de suma importancia que los adultos mayores se mantengan en movimiento, ya que no solamente van a tener beneficios físicos, sino que también obtendrán bienestar emocional y, a su vez, su condición cognitiva será estimulada, ya que el movimiento puede ir acompañado de actividades de integración social en las que se estimulen la concentración y atención. Se debe tener en cuenta que la adquisición de

hábitos saludables en edades tempranas puede ser un factor importante en la prevención de enfermedades y condiciones desfavorables en el adulto mayor.

Uno de los factores intrínsecos en los que se puede llegar a desacelerar su deterioro de forma directa en la prevención de las caídas en el adulto mayor hace referencia a los cambios en la función neuromuscular, marcha y reflejos posturales, utilizando la actividad física y el ejercicio físico como herramienta para ello, en especial el entrenamiento de la fuerza y la potencia muscular, acompañadas de la estimulación en la propiocepción y el equilibrio; múltiples investigaciones apoyan esta idea. La debilidad muscular, el equilibrio en bipedestación y la habilidad en la marcha son variables diagnósticas que permiten determinar los niveles de autonomía o la prevalencia de accidentalidad en todas las edades, particularmente en mayores de cincuenta años (Shinkai et al., 2000). Salazar Pachon (2014) afirma que durante el transcurso de la vida el ser humano debe mantener unas condiciones especiales, las cuales le permitan ser funcional, a medida que se envejece muchas de esas condiciones se van deteriorando o perdiendo, de allí que cuando se es viejo se tienen problemas para desplazarse de una forma fluida y segura, una de las causales es la pérdida de las fibras musculares de contracción rápida, lo que dificulta la velocidad de reacción motriz, la evidencia ha manifestado que la pérdida de la masa muscular se produce preferentemente de forma selectiva sobre las fibras tipo II, siendo más pronunciada en los miembros inferiores que en los superiores (Janssen et al., 2000; Miyatani et al., 2003; Doherty, 2003; Mata, 2013) lo cual puede llegar a dificultar la capacidad de desplazamiento.

La evidencia indica que la potencia muscular tiende a alcanzar su pico máximo entre la segunda y tercera década de la vida, permaneciendo en el mismo nivel hasta los 45-50 años en los varones. Entonces empieza a ocurrir una pérdida gradual a un ritmo de aproximadamente un 12%-15% por década hasta la octava década (Rexach, 2016). Como

consecuencia de ello, se producen pérdidas de la fuerza y del equilibrio, y alteraciones de la marcha, lo que aumenta el riesgo de sufrir los graves problemas que acompañan a las caídas y las lesiones crónicas que incrementan las enfermedades recurrentes y degenerativas (Faulkner, et al., 2007; Mata, 2013). De aquí la importancia de mantener la estimulación muscular durante todas las etapas de la vida, y en especial en esta etapa.

La calidad de vida de las personas mayores está estrechamente relacionada con la capacidad funcional y el conjunto de condiciones que les permiten mantener su participación en su propio autocuidado y en la vida familiar y social (Zavala et al., 2006). De acuerdo con Vilches Avaca (2015), la independencia funcional le permite al ser humano en todas las etapas de la vida mantener una adecuada calidad de vida, ya que, si está disminuida o ausente dicha funcionalidad, la persona no contará con unos niveles óptimos de calidad de vida, pues estará supeditada a entornos controlados con acompañamiento de personal calificado, limitando así su interacción social. El envejecimiento saludable depende de una amplia gama de factores, entre los cuales uno es de suma importancia y viene representado por la función muscular, lo que permite llevar un estilo de vida independiente y gozar de buena salud (Mata, 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, es indispensable enfocar los programas y proyectos que surjan a partir de las necesidades cotidianas con las políticas mundiales del envejecimiento activo. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el envejecimiento activo es “el proceso de optimización de oportunidades de salud, participación y seguridad con el objetivo de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen” (Minsalud, 2014), de esta manera, se podrá minimizar el impacto que acarrea el envejecer de una sociedad en su sistemas de salud, y qué mejor que apoyar con estrategias y proyectos que estimulen la práctica regular de actividad física y ejercicio físico en esta población.

Moreno (2005) reafirma que el ejercicio físico es un protector y precursor de la autonomía, y sin duda la autonomía de las personas mayores está íntimamente relacionada con su calidad de vida. Lo que quiere decir (Vilches Avaca, 2015) que si a futuro se quiere tener adultos mayores sanos y funcionales, es indispensable que se diseñen, estructuren y ejecuten programas de actividad física y ejercicio físico orientados al entrenamiento de la fuerza, potencia muscular y equilibrio.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son los efectos de un programa de entrenamiento funcional en el que se articulan trabajos de fuerza, potencia muscular y equilibrio en la autonomía funcional de una población de adultos mayores?

## **JUSTIFICACIÓN**

La urgencia actual en relación con el envejecimiento poblacional radica en el mantenimiento de la salud y la calidad de vida de los seres humanos que se acercan cada vez más al máximo posible de la extensión de la vida (Triana, 2014). Es aquí donde se deben empezar a centrar todos los esfuerzos, ya que, como se sabe, todos los seres humanos envejecen, y si se tienen en cuenta las cifras mencionadas anteriormente, la población a nivel mundial y en Colombia cada vez va a ser más vieja.

Estos datos justifican la necesidad de examinar el impacto del envejecimiento y el ejercicio físico sobre la salud, con el fin de minimizar y desacelerar las alteraciones producidas

por el envejecimiento, buscando con ello mejorar el bienestar en los adultos mayores, facilitándoles la adaptación a la sociedad. El envejecimiento poblacional trae consigo repercusiones económicas, sanitarias y sociales que lo llevan a ser considerado un problema de salud pública (Tejero, 2011). Si no se mantienen unos niveles aceptables en la calidad de vida en esta población, el sistema de salud de muchos países, incluido Colombia, colapsará de tal forma que no tendrán cómo rehabilitar a toda la población mayor.

El síndrome de fragilidad define a los ancianos vulnerables que tienen un riesgo elevado de sufrir eventos que atenten contra su salud. La inactividad física, que frecuentemente se asocia al envejecimiento, es uno de los factores fundamentales que contribuyen a la aparición de sarcopenia, aspecto central de la fragilidad (Izquierdo, 2014). Este fenómeno, unido a la edad, afectará la dependencia motriz y, por ende, las actividades de la vida diaria (AVD) como levantarse de la silla, subir escaleras, recuperar la postura tras una perturbación del equilibrio, etc. (Lang et al., 2010; Mata, 2013). Lo curioso es que cualquier afectación del nivel biológico repercute en el nivel psíquico, y viceversa. Esta observación ha replanteado la forma de intervención del cuerpo, ya que obliga a considerar la mente y, en ella, todos aquellos factores ambientales que la rodean (Villada, 2013), es por esto que se deben crear entornos físicos y sociales adaptados a las necesidades del adulto mayor, lo cual puede contribuir enormemente a aumentar su autonomía y participación activa en la sociedad, mejorando así su calidad de vida.

El interés sobre el envejecimiento ha crecido exponencialmente en las últimas décadas. Alguno de sus aspectos, como la discapacidad y la fragilidad, se han convertido en centro de atención de la investigación básica, clínica y poblacional (Herrero, 2012). Uno de los grandes retos que enfrenta la investigación en el campo de la fisiología del envejecimiento es la generación de estrategias apropiadas de intervención que permitan mantener y dilatar la independencia funcional (Villada, 2013).

Es por esto que el presente proyecto de investigación se centra en el diseño y aplicación de un programa de entrenamiento funcional con múltiples componentes (fuerza, potencia y equilibrio), con lo que se espera incrementar los niveles de fuerza y potencia muscular, a la vez que se mejora el equilibrio corporal, lo que lleva a optimizar la autonomía funcional en el adulto mayor, mejorando la calidad en las actividades de la vida diaria.

Este programa pretende apoyar una estrategia de prevención en la aparición de condiciones desfavorables en el adulto mayor, de igual forma, se quiere con ello minimizar el impacto de esta población en el sistema de salud pública, ya que al mantener adultos mayores activos y funcionales, se reduce el riesgo de tener adultos mayores frágiles. De igual forma, se podrá ver una reducción positiva en el gasto en la atención de adultos mayores que presenten caídas, por lo que disminuirá el gasto público en salud en dicha población.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar el efecto de un programa de doce semanas de entrenamiento funcional de la fuerza, potencia y equilibrio en la autonomía funcional en una población conformada por adultos mayores.

### **Objetivos Específicos**

1. Determinar la condición física funcional de una muestra de adultos mayores mediante el Senior Fitness Test y el test de equilibrio estático.

2. Diseñar y ejecutar un programa de entrenamiento funcional para ser aplicado durante doce (12) semanas con el grupo experimental de adultos mayores, direccionado al incremento de su eficiencia en las actividades de la vida diaria mediante la autonomía funcional.

3. Evaluar los efectos del programa de actividad física sistemática de doce (12) semanas y su incidencia en la autonomía funcional en el grupo experimental de adultos mayores al contrastarla con el grupo control.

## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### Epidemiología del envejecimiento

La disminución de la tasa de natalidad acompañada de las mejoras sanitarias en los diferentes sistemas de salud a nivel mundial, han alterado el perfil demográfico de la mayoría de los países, generando así una nueva forma de visualizar el envejecimiento, obligando a las organizaciones a nivel mundial a diseñar estrategias para mitigar las alteraciones que produce este en la población, buscando con ello reducir los costos de salud pública en un futuro.

Se estima que:

- Entre 2015 y 2050, el porcentaje de los habitantes del planeta mayores de 60 años casi se duplicará, pasando del 12% al 22%.

- Para 2020, el número de personas de 60 años o más, será superior al de niños menores de cinco años.

- En 2050, el 80% de las personas mayores vivirá en países de ingresos medianos y bajos

- La pauta de envejecimiento de la población es mucho más rápida que en el pasado (OMS, 2015).

Tanto América Latina como Colombia mantienen la tendencia mundial.

En la tabla No. 1 se observa la proyección y el aumento que está teniendo el envejecimiento en América Latina hasta el 2050, partiendo desde 1950.

**Tabla 1**

Proyección del índice de Envejecimiento en América Latina. 1950 – 2050.

<b>Índice de envejecimiento (por cien)/Ageing index</b>					
<b>País/Country</b>	<b>950</b>	<b>975</b>	<b>000</b>	<b>025</b>	<b>050</b>
Argentina	3,1	9,0	8,1	5,5	35,6
Bolivia	3,6	2,9	6,1	1,0	2,1
Brasil/Brazil	1,7	5,0	7,3	3,8	46,6
Chile	8,7	1,4	5,8	2,2	31,9
Colombia	1,7	2,9	0,9	5,2	16,1
Costa Rica	9,8	6,7	3,8	4,0	55,9
Cuba	0,4	6,5	4,3	56,5	21,1

Ecuador	0,6	4,0	0,5	3,1	24,1
El Salvador	1,1	0,4	0,2	1,0	06,9
Guatemala	,7	,7	2,1	1,5	5,6
Haití	2,3	7,1	4,1	6,9	4,3
Honduras	,7	,7	2,4	0,2	5,6
México	6,9	2,2	0,9	8,2	43,4
Nicaragua	,3	,3	0,7	5,6	9,7
Panamá	6,1	5,2	4,9	8,0	18,4
Paraguay	2,9	6,5	3,5	0,6	6,0
Perú	3,7	2,9	0,5	1,5	19,6
republica dominica/ Dominican Republic	1,6	0,4	9,8	2,5	16,9
Uruguay					

	2,3	1,0	9,2	3,4	44,5
Venezuela	,9	1,4	9,4	4,6	20,3

Fuente: Organización Mundial de la Salud. (OMS, 2012).

El perfil demográfico de Colombia en lo que se refiere a adulto mayor ha sufrido cambios acelerados. En Colombia para el año 2013, este grupo poblacional (60 años o más) es de 4.962.491(10.53% del total de la población). De los cuales 2.264.214 son hombres y 2.698.277 son mujeres, lo que significa que en la vejez hay una proporción de mujeres significativamente mayor a los hombres. (DANE, Proyecciones de Población 2005-2020). En el contexto del proceso de transición demográfica, el envejecimiento de la población del país tiene la siguiente dinámica: el grupo de personas de 60 años o más, tiene tasas de crecimiento superiores en comparación a las de la población total, entre 1985 y el año 2013, la población total de 60 años o más pasó de 2.143.109 a 3.815.453 en el 2005 y para el 2010 se proyectó en 4.473.447, con un ritmo de crecimiento del 3.18% promedio anual en ese periodo. Para el 2015 se proyecta un crecimiento de la población mayor en un 3.51%, y del 3.76% para el 2020 (MInSalud, 2013).

Se prevé que para el 2050 el número de personas de mayor edad que no pueden valerse por sí mismas se multiplicará por cuatro en los países en desarrollo. Muchas de estas personas pierden su capacidad de vivir de forma autónoma debido a su limitada movilidad, su debilidad u otros problemas de salud físicos o mentales (OMS, 2012). Lo que incrementa el riesgo de sufrir alguna situación que atente contra su salud, un ejemplo de ello son las caídas.

Datos de 2010 refieren que la mortalidad por consecuencia de caídas es del orden de aproximadamente 424.000 personas en el mundo, siendo que cerca del 80% de estos óbitos ocurrieron en países de medianos y bajos recursos económicos; además de eso, cada año, 37,3 millones de adultos mayores sufren caídas y necesitan de atención médica (Fhon, 2012), lo que genera un gasto importante en salud pública. En este mismo estudio se entrevistaron 240 adultos mayores en donde se les indagaba sobre caídas que hubiesen tenido seis meses atrás, el 33,3 % habían presentado alguna caída en ese periodo de tiempo, siendo de mayor prevalencia en las mujeres, 68.75 % con relación al 31.25 de los hombres.

Así en países europeos se reportaron en 2004 aproximadamente 2,77 billones de euros en gastos anuales, producto de fracturas de cadera en adultos mayores de sesenta años; además se prevé que con el aumento de la población de esta edad, en 2030 los costos aumenten a más de 3,85 billones de euros (López, 2015). Mientras que en México se calcula que en el 2006, los costos del tratamiento de fractura de cadera fueron de más de USD 97 000 000,00. El costo promedio de tratamiento quirúrgico de fractura de cadera en el Instituto Nacional de Rehabilitación, se estima en USD 1 729,85, incluyendo costos quirúrgicos, prótesis, nueve días de hospitalización, pruebas de laboratorio y rayos X antes y después de la cirugía (Tejero, 2001).

Para que una caída resulte en una fractura de cadera, normalmente se encuentran involucrados algunos factores de riesgo, como el género femenino, la debilidad muscular y una baja densidad ósea (Tejero, 2011)

## **Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento**

La población mundial envejece rápidamente por los factores mencionados anteriormente, por esto es de vital importancia que los profesionales de la salud y en especial los relacionados con la actividad física y el ejercicio físico para la salud, entiendan los cambios físicos, sociales y cognitivos que va sufriendo una persona a medida que envejece, partiendo de esto es posible realizar programas de actividad física que impacten de una manera asertiva a esta población, lo que a futuro puede favorecer al sistema de salud.

Como ya se mencionó, con este proyecto se quiere impactar a los programas y proyectos de promoción y prevención. Para ello es importante tener en cuenta que el envejecimiento se caracteriza por presentar características inherentes y bien definidas en todos los seres vivos, entre ellas:

- Universal: esto es que es propio de todos los seres vivos.
- Progresivo: al transcurrir la vida se producen efectos sobre el organismo, que al acumularse originan los cambios propios del envejecimiento.
- Irreversible: a diferencia de las enfermedades, no puede detenerse ni revertirse.
- Heterogéneo e individual: cada especie tiene una velocidad característica de envejecimiento, pero la velocidad de declinación funcional varía enormemente de sujeto a sujeto y de órgano a órgano dentro de la misma persona.
- Deletéreo: lleva a una progresiva pérdida de función. Se diferencia del proceso de crecimiento y desarrollo en que la finalidad de este último es alcanzar una madurez en la función (Landinez Parra, 2012).

Se ha considerado que el envejecimiento es un proceso multifactorial, (biológico, psico-espiritual, social), pero fundamentalmente biológico (Landinez Parra, 2012). El envejecimiento abarca modificaciones en la calidad estructural y funcional de la piel, la masa muscular, la reserva cardiorrespiratoria, los sistemas óculo-vestibular, nervioso central y nervioso periférico, la velocidad de reacción y respuesta y el nivel cognitivo y conductual (Cuervo, 2013); la transición de la madurez a la vejez, es un fenómeno natural, fisiológico, progresivo e irreversible. Es un proceso multidimensional y multidireccional, el cual varía ampliamente entre las personas e incluso en el mismo individuo. Por lo tanto, está dotado con un marcador bio-psico-fisiológico eficaz y confiable, pero se ve influenciado por factores genéticos, el estilo de vida y las experiencias sociales, culturales y económicas en los seres humanos durante toda la vida.

- Factores genéticos: estas son todas las condiciones heredadas generación tras generación, normalmente en el adulto mayor se pueden apreciar en la aparición de enfermedades que son características de la familia, como la hipertensión, diabetes y enfermedades cardiovasculares. A pesar que existan estrategias o programas para mitigar la aparición de estas enfermedades, hay una gran probabilidad de que las personas con antecedentes familiares las padezcan.

- Factores hormonales: a medida que el ser humano envejece, este presenta cambios a nivel de las hormonas sexuales. En los hombres se puede apreciar una reducción considerable en la producción de testosterona, lo que impacta de forma directa la producción de tejido muscular, afectando así la producción de fuerza, mientras que en la mujer se presenta la menopausia, reflejado en una reducción en la producción de estrógenos, generando múltiples alteraciones, entre ellas la aparición de osteoporosis. La

osteoporosis es una enfermedad caracterizada por la pérdida de masa ósea y el deterioro de la micro-arquitectura del tejido óseo que genera unos niveles de fragilidad que están directamente relacionados con el riesgo de fractura (Villada, 2013)

- Factores de estilo de vida: si bien los cambios en la composición corporal son consecuencia de un proceso multifactorial y se producen a lo largo del proceso de envejecimiento incluso en personas sanas, existen evidencias de que el estilo de vida juega un papel de especial relevancia sobre la masa grasa, muscular y ósea. Concretamente, la OMS aboga por la nutrición y la actividad física como factores de gran influencia sobre la composición corporal de las personas mayores (Cabello, 2012), este es el aspecto en el cual el ser humano puede intervenir de forma directa, ya que es él quien decide si adopta hábitos de vida saludables o no. Se debe tener en cuenta que el estilo de vida puede llegar a impactar hasta un cierto punto y de forma positiva en los factores genéticos y hormonales, ya que al mantener buenos hábitos alimenticios, que incluyan una adecuada ingesta de calcio y unos niveles aceptables de actividad física, podría retrasar la aparición de condiciones como la osteoporosis, la pérdida acelerada de masa muscular entre otras.

El envejecimiento genera múltiples cambios estructurales en el ser humano, lo que a su vez causa un sin número de alteraciones funcionales, las cuales en su mayoría no son de beneficio en la calidad de vida, algunas de estos cambios se pueden apreciar en la tabla No 2.

**Tabla 2**

Principales cambios estructurales y sus consecuencias fisiológicas o Fisiopatológicas en El proceso de envejecimiento.

<b>Cambios estructurales</b>	<b>Consecuencias fisiológicas o fisiopatológicas</b>
<p><b>Composición corporal:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de agua corporal.</li> <li>- Disminución del tamaño de los órganos.</li> <li>- Aumento relativo de la grasa corporal.</li> </ul>	<p>Resistencia disminuida a la deshidratación.</p> <p>Alteración en la distribución de fármacos.</p>
<p><b>Aparato cardiovascular:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución del número de células miocárdicas y de la contractilidad.</li> <li>- Aumento de resistencia al llenado ventricular.</li> <li>- Descenso de actividad del marcapasos AV, velocidad de conducción y sensibilidad de los barorreceptores.</li> <li>- Rigidez de las arterias.</li> <li>- Descenso del gasto cardíaco y del flujo sanguíneo de la mayoría de los órganos.</li> </ul>	<p>Disminución de la reserva cardíaca.</p> <p>Escasa respuesta del pulso con el ejercicio.</p> <p>Arritmias.</p> <p>Aumento de la presión diferencial del pulso.</p> <p>Aumento de la presión arterial.</p> <p>Respuesta inadecuada al ortostatismo.</p> <p>Síncope posturales.</p>
<p><b>Aparato respiratorio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la distensibilidad de la pared torácica y pulmonar.</li> </ul>	<p>Disminución de la capacidad vital.</p> <p>Aumento del volumen residual y de la diferencia alvéolo arterial de oxígeno.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de septos alveolares.</li> <li>- Colapso de las vías aéreas y aumento del volumen de cierre.</li> <li>- Disminución de la fuerza de la tos y aclaramiento mucociliar.</li> </ul>	<p>Aumento del riesgo de infecciones y bronco aspiración.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Aparato gastrointestinal</b></p> <p>Boca:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la producción de saliva.</li> </ul> <p>Erosión de dentina y del esmalte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reabsorción de la raíz y migración apical de</li> </ul> <p>Estructuras de soporte del diente.</p> <p>Esófago:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución del peristaltismo.</li> </ul> <p style="padding-left: 40px;">Estómago e intestino:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la secreción de ácido y</li> </ul> <p>Enzimas.</p> <p>Colon y recto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Disminución del peristaltismo.</li> </ul>	<p>Pérdida de piezas dentarias.</p> <p>Tránsito esofágico prolongado.</p> <p>Reflujo esofágico.</p> <p>Disfagia.</p> <p>Polipodios gástrica y metaplasia intestinal.</p> <p>Constipación y divertículos.</p> <p>Incontinencia fecal.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Sistema nervioso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida neuronal variable.</li> <li>- Disminución de conexiones</li> </ul>	<p>Alteraciones intelectuales.</p> <p>Lentitud y escasez de movimientos.</p> <p>Hipotensión postural, mareos, caídas.</p>

<p>interdendríticas</p> <p>Y de neurotransmisión colinérgica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución del flujo sanguíneo cerebral.</li> <li>- Disminución de la velocidad de conducción.</li> <li>- Alteración en los mecanismos de control de temperatura y de la sed.</li> </ul>	<p>Reaparición de reflejos primitivos.</p> <p>Hipo e hipertermia.</p> <p>Deshidratación.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Sentidos</b></p> <p>Vista:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisiología alterada del vítreo y retina.</li> <li>- Degeneración macular. Trastorno de Coloración, rigidez y tamaño del cristalino.</li> </ul> <p>Oído:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la función de células Sensoriales en el aparato vestibular.</li> </ul> <p>Gusto y olfato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descenso en número y función de papilas Gustativas y células sensoriales olfatorias.</li> <li>-Disminución en la producción de saliva.</li> </ul>	<p>Disminución de agudeza visual, campos visuales y velocidad de adaptación a la Oscuridad.</p> <p>Trastorno en la acomodación y reflejos Pupilares.</p> <p>Alta frecuencia de cataratas, astigmatismo Y miopía.</p> <p>Disminución de la audición (altas frecuencias), discriminación de sonidos y Alteraciones del equilibrio.</p> <p>Disminución de la satisfacción Gastronómica.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Aparato locomotor</b></p> <p>Estatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acortamiento de la columna vertebral por Estrechamiento del disco.</li> </ul>	<p>Descenso progresivo de altura.</p> <p>Osteoporosis.</p> <p>Colapso vertebral y fractura de huesos</p> <p>Largos con traumas mínimos.</p>

<p>- Cifosis.</p> <p>Huesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los huesos largos conservan su longitud.</li> <li>- Pérdida universal de masa ósea.</li> </ul> <p>Articulaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la elasticidad articular. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degeneración fibrilar del cartilago articular,</li> <li>Con atrofia y denudación de la superficie.</li> </ul> </li> </ul> <p>Músculos :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución del número de células Musculares.</li> <li>-Aumento del contenido de grasa muscular.</li> </ul>	<p>Limitación articular.</p> <p>Pérdida de fuerza muscular progresiva.</p> <p>Disminución de la eficacia mecánica del músculo.</p>
---	--

Fuente: Adaptado de (Landinez Parra, 2012)

El envejecimiento en los seres humanos se asocia con una pérdida de la función neuromuscular y del rendimiento, en parte relacionadas con la reducción de la fuerza y la potencia muscular, causada por una pérdida de la masa de los músculos esqueléticos (Landinez Parra, 2012), esta disminución en la fuerza y la potencia muscular, junto con otros factores como el envejecimiento del sistema nervioso somato sensorial y motor, tiene implicaciones funcionales, tales como disminución en la velocidad al caminar, aumento del riesgo de caídas, y

una reducción de la capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria (AVD) (Landinez Parra, 2012) todas estas alteraciones contribuyen al deterioro de la autonomía funcional en el adulto mayor, lo que a su vez afecta su calidad de vida.

El concepto de salud en el anciano, se describe como la capacidad de este de atenderse a sí mismo y de desarrollarse en el seno de la familia y la sociedad, de forma dinámica con el desempeño de sus actividades en la vida diaria (Chong, 2012), para mantener la salud en el adulto mayor es importante evitar que las personas se vuelvan sedentarias, definiendo como sedentario o inactivo aquel individuo que no realiza 5 o más días (sesiones) de actividad física moderada o de caminata durante al menos 30 min por sesión, o que no realiza 3 o más días (sesiones) semanales de actividad física vigorosa durante al menos 20 min, o que no genere un gasto energético de al menos 600 Mets. Min por semana (aproximadamente 720 Kcal por semana para una persona de 70 Kg de peso) en una combinación de actividades vigorosas, moderadas y/o de caminata (Salgado, 2014).

Es común que en nuestra sociedad se influencie a los adultos mayores a adoptar ciertas posturas que conducen al sedentarismo, ya sea porque no se cuenta con espacios apropiados para la práctica regular de actividad física para esta población, o porque no se pueden trasladar a los espacios apropiados para realizar dicha actividad, por temas de seguridad, transporte y distancia entre muchos otros factores, pero lo que más incide en la adopción de esta postura sedentaria, son las limitantes que en la mayoría de los casos le imponen los familiares a estos individuos, argumentando que es mejor reducir la actividad física, para así prevenir una caída, molestia muscular o dolor corporal.

Esta postura podría acelerar el deterioro de múltiples sistemas en el adulto mayor, complicando aún más su situación funcional. Para este trabajo los sistemas más relevantes son los que se mencionan en la tabla No 3.

**Tabla 3**

Cambios Morfológicos y funcionales asociados al envejecimiento.

	<b>CAMBIOS MORFOLÓGICOS</b>	<b>CAMBIOS FUNCIONALES</b>
Cardiovascular	-Aumento de matriz colágena en túnica media -Pérdida de fibras elastina -Hipertrofia cardíaca: Engrosamiento septum -Disminución cardiomiocitos y aumento matriz extracelular	-Rigidez vascular y cardíaca -Mayor disfunción endotelial -Volumen expulsivo conservado -Mayor riesgo de arritmias
Nervioso Central	-Menor masa cerebral -Aumento líquido cefalorraquídeo -Mínima pérdida neuronal, focalizada -Cambios no generalizados de arborización neuronal	-Menor focalización actividad neuronal -Menor velocidad procesamiento -Disminución memoria de trabajo -Menor destreza motora

Muscular	-Pérdida de masa muscular -Infiltración grasa	-Disminución fuerza -Caídas -Fragilidad
Metabolismo Glucosa	-Aumento de grasa visceral -Infiltración grasa de tejidos -Menor masa de células beta	-Mayor Producción adipokinas y factores inflamatorios -Mayor resistencia insulínica y diabetes

Fuente: Modificado de (Salech, 2012)

Estos cambios son los que presentan mayor relevancia en el deterioro funcional del adulto mayor, los cuales pueden generar alteraciones funcionales importantes, aunque todas son de gran importancia y se deben evaluar con el mismo rigor, para efectos de este trabajo se le prestara mayor atención al sistema muscular.

Teniendo en cuenta que, para que una persona pueda tener una condición física aceptable y una autonomía funcional, requiere de movimiento y para lograrlo necesariamente debe tener un sistema muscular activo. Ya que al generarse la contracción muscular producto de la estimulación de la moto neurona, las fibras musculares ejercen tracción sobre los tendones, lo que a su vez genera el movimiento a nivel articular, este sistema interactúa de forma directa con los demás sistemas, ya que si una persona no es capaz de moverse por sí sola, lo más probable es que su sistema cardiovascular presente un acelerado deterioro, y a su vez su sistema nervioso también se verá afectado.

Lo anterior se traduce en que al tener una limitación funcional se incrementaran los

niveles de estrés, generando así alteraciones en el sistema nervioso, su sistema metabólico no actuaría de una forma eficiente, lo que puede llegar a generar un aumento de peso no deseado, desencadenando una obesidad sarcopenica en el adulto mayor. Esta se caracteriza por el descenso de la masa muscular que acontece a lo largo del proceso de envejecimiento la cual no es un fenómeno aislado, sino que está fuertemente ligado a un paralelo aumento de la masa grasa (Cabello, 2012), esto limitaría aún más la autonomía funcional, ya que el peso se incrementaría por el tejido adiposo, pero al disminuir la masa muscular los niveles de fuerza también disminuyen, dificultando la capacidad de mover su propio peso corporal, afectando directamente la calidad de vida.

La calidad de vida de las personas mayores está estrechamente relacionada con la capacidad funcional y el conjunto de condiciones que le permiten mantener su participación en su propio autocuidado y en la vida familiar y social (Vilches Avaca, 2015), la capacidad funcional o independencia funcional le permite al ser humano en todas las etapas de la vida mantener una adecuada calidad de vida, ya que, si esta condición se encuentra alterada, la persona no contará con la autonomía funcional suficiente para tener unos niveles de calidad de vida aceptables, de este modo estará supeditado a entornos controlados con acompañamiento de personal calificado, limitando así su interacción social.

Múltiples estudios han demostrado que a medida que el ser humano envejece, este presenta una reducción significativa de los niveles de fuerza de tren inferior, a lo que si no se le da un manejo adecuado en su momento, esto podría llegar a generar limitaciones a nivel funcional en esta población, algunos de esos estudios se pueden ver en la tabla No 4.

**Tabla 4**

Alteraciones de la fuerza en tren inferior en el adulto mayor.

Goodpaster et al. (2006)	Estudio longitudinal 3 años. 929 Hombres. 951 mujeres 70 a 79 Años.	En hombres, extensión rodilla disminuye 3.42% y 4.12% en blancos y negros respectivamente. En mujeres, 2.65% y 2.97% respectivamente
Núñez et al. (2004)	Estudio transversal. 337 mujeres de 20 a 80 años.	Disminución de la fuerza explosiva (salto con contra movimiento) en función del Rango de edad: 9% 35-44 años vs 20-34 años; 23 % 45-64 años vs 35-44 años; 30% >64 años vs 55-64 años.
Lauretani et al. (2003)	Estudio transversal. 469 hombres y 561 mujeres de entre 20–102 años.	En hombres, extensión rodilla disminuye de 802.0 (N/dm) en 20-29 años a 320.4 (N/dm) en >85 años. En mujeres, descenso de 552.0 (N/dm) en 20-29 años a 237.0 (N/dm) en >85 años.

Landers et al. (2001)	Estudio transversal. 21 mujeres de 60-75 años y 20 de 23-34 Años.	Extensión rodilla significativamente menor en mayores que jóvenes ( $330 \pm 65.0$ N vs $433 \pm 118.0$ N).
--------------------------	---	---

Fuente: (Carbonell, 2009)

El enfoque del envejecimiento, más que mantenerse vivo, radica en garantizar un envejecimiento saludable y satisfactorio. El proceso de envejecimiento se acompaña de cambios inevitables como pérdida de tejido óseo, reducción de masa muscular, reducción de la función respiratoria, disminución de la capacidad cognoscitiva, elevación de la tensión arterial... (Triana, 2014), para lograr mantener un envejecimiento sano y saludable es indispensable la independencia funcional, para lo que es imprescindible mantener una adecuada masa muscular, ya que, la pérdida de la masa muscular representa un importante vaticinador de la mortalidad en los adultos (Burton et al., 2010), especialmente si está asociada a una pérdida funcional en la capacidad para generar la fuerza (Mata, 2013).

La fuerza y la masa muscular alcanzan su máxima expresión entre la segunda y la cuarta década de la vida y desde entonces se produce una declinación progresiva (Salech, 2012). Por esta razón, es importante implementar programas orientados a la fuerza en el adulto mayor, los cuales están enfocados a desacelerar la pérdida de fuerza y masa muscular, ya que de lo contrario aumenta la posibilidad de presentar sarcopenia, este es un síndrome geriátrico que describe la pérdida de la masa y la función esquelética relacionada con la edad, la pérdida de fuerza muscular y los cambios cualitativos del tejido muscular (Chavez, 2015) siendo este un síndrome

que se caracteriza por la pérdida generalizada del tejido muscular, lo que expone a los individuos a otras condiciones de riesgo, llevándoles incluso a un estado de fragilidad. Las características y consecuencias de la sarcopenia se pueden apreciar en la gráfica No 1.

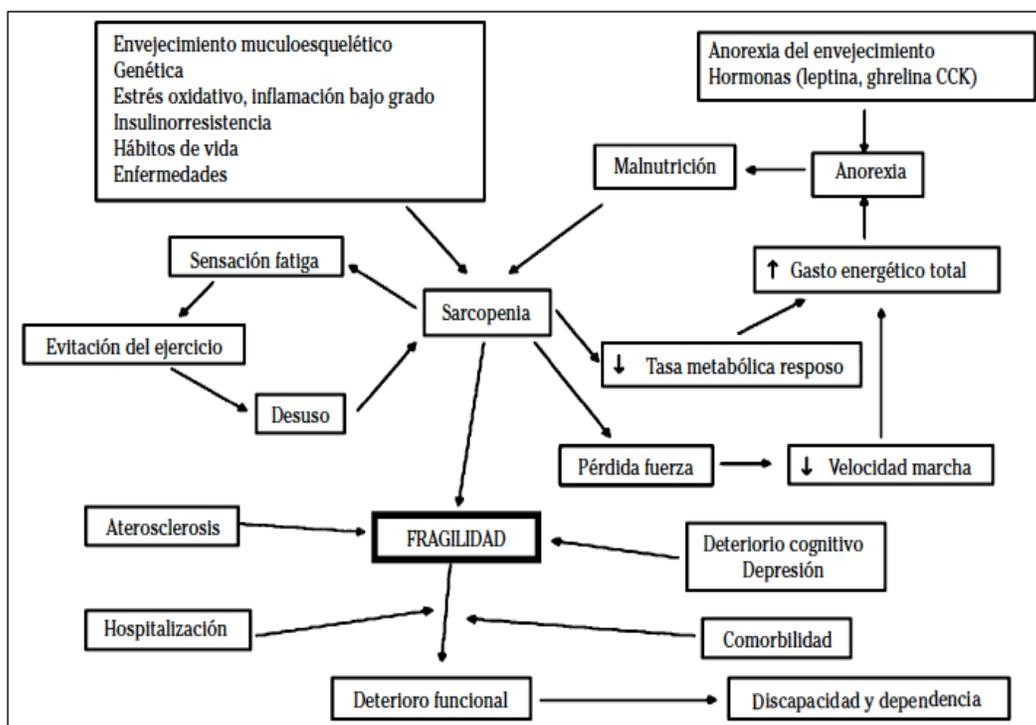


**Figura 1.** Consecuencias funcionales de los cambios relacionados con la edad en la sarcopenia. Fuente (Izquierdo, 2014)

Este síndrome va acompañado de otras condiciones, al perderse la masa muscular y en especial las fibras musculares tipo II, la marcha se verá afectada reduciéndose la velocidad de desplazamiento, lo que a su vez dificulta la movilidad, aumentando el riesgo de caídas y la posibilidad de fracturas. La estimación media de pérdida de masa muscular a partir de los 60 años es de 2 kg en varones y 1 kg en mujeres, pero sólo 10 días de reposo en cama en un anciano puede resultar en una pérdida de 1,5 kg de masa magra (fundamentalmente en miembros inferiores) y una disminución del 15% de la fuerza de extensión de la rodilla (Izquierdo, 2014),

es por esto que no se debe permitir que el adulto mayor se vuelva sedentario, ya que un adulto mayor sarcopenico y sedentario se puede convertir rápidamente en un paciente frágil.

Esto podría desencadenar en algún tipo de discapacidad; la discapacidad es entendida desde la OMS por tres aspectos que comprenden las deficiencias (afectan lo físico), las limitaciones en la actividad (dificultad para la realización de labores) y las restricciones de participación (dificultades para participar en situaciones vitales) (Velásquez, 2011), o aún más preocupante, se podría evidenciar un síndrome de fragilidad. La fragilidad es un síndrome geriátrico caracterizado por la pérdida de peso, cansancio, debilidad, marcha lenta y disminución de la actividad física (Carrillo, 2011); la “fragilidad” hace referencia a un estado de vulnerabilidad, debilidad, disminución de la reserva fisiológica presente en algunos pacientes geriátricos (Carrillo, 2011), lo que nos lleva a un sujeto poco funcional, dejándolo expuesto al cuidado de otras personas, lo que ninguna sociedad y mucho menos ningún sistema de salud en el mundo espera que las personas mayores lleguen a ese estado. En la gráfica No 2 se pueden apreciar todas las condiciones que pueden llevar a un adulto a convertirse en un paciente frágil, entre estas la sarcopenia.



**Figura 2.** Condiciones que pueden influir en el adulto mayor para convertirse en un paciente frágil. Fuente (Herrero, 2012)

Durante el envejecimiento, la potencia se deteriora más rápida y precozmente que la fuerza (Häkkinen y cols. 1998, Izquierdo y cols 1999), es más, la potencia muscular tiene una relación más significativa con la capacidad funcional del anciano que la fuerza (Tschopp M y cols. 2001; Izquierdo, 2014) esto es de gran importancia, y se debe tener en cuenta al momento de programar ejercicio en el adulto mayor, ya que como se mencionó anteriormente, las fibras musculares que más rápidamente se deterioran son las de tipo II, por lo cual en los programas de actividad física para esta población se deben programar actividades que impliquen la ejecución de movimientos rápidos y potentes, tanto en adultos mayores como en pacientes frágiles, el ejercicio de resistencia puede aumentar de 3 a 9% el área muscular transversal y duplica la fuerza muscular (Carrillo, 2011), lo que ayuda a incrementar la potencia muscular, incrementando la funcionalidad e independencia, favoreciendo la calidad de vida.

## **Prescripción del ejercicio en el adulto mayor**

La inactividad física constituye el cuarto factor de riesgo más importante de mortalidad en todo el mundo (6% de defunciones a nivel mundial). Sólo la superan la hipertensión (13%), el consumo de tabaco (9%) y el exceso de glucosa en la sangre (6%). El sobrepeso y la obesidad representan un 5% de la mortalidad mundial (OMS, 2010) la inactividad física aumenta cada año en la gran mayoría de países a nivel mundial, lo cual repercute considerablemente en la salud general de la población, aumentando el riesgo de adquirir una enfermedad no transmisible (ENT), lo que impacta de forma directa y negativa al sistema de salud, siendo que muchas de estas enfermedades se pueden prevenir.

Es por esto que diferentes organizaciones y entidades a nivel mundial han empezado a generar recomendaciones, las cuales buscan mitigar el impacto de esta condición en la salud, entre ellas la OMS, quienes publican una serie de recomendaciones para la población en general de actividad física para la salud, las cuales se clasifican en tres grupos poblacionales, personas de 5 a 17 años, de 18 a 64 y de 65 en adelante, para este proyecto se tomaran como referencia las del último grupo poblacional, mencionadas a continuación.

En adultos de 65 años en adelante, la actividad física consiste en la práctica de ejercicio durante el tiempo libre o los desplazamientos (por ejemplo, mediante paseos a pie o en bicicleta), actividades ocupacionales (cuando la persona desempeña todavía una actividad laboral), tareas domésticas, juegos, deportes o ejercicios programados, en el contexto de las actividades diarias,

familiares y comunitarias.

El Grupo sobre directrices examinó las publicaciones anteriormente indicadas y recomendó que, con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, la buena forma muscular y la salud ósea y funcional, y de reducir el riesgo de ENT, depresión y deterioro cognitivo:

1. Los adultos de mayor edad deberían acumular un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada, o bien no menos de 75 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o bien una combinación equivalente de actividad física moderada y vigorosa.

2. La actividad aeróbica se desarrollará en sesiones de 10 minutos como mínimo.

3. Para obtener aún mayores beneficios, los adultos de este grupo de edades deberían aumentar hasta 300 minutos semanales su actividad física mediante ejercicios aeróbicos de intensidad moderada, o bien practicar 150 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o bien una combinación equivalente de actividad física moderada y vigorosa.

4. Los adultos de mayor edad con dificultades de movilidad deberían dedicar tres o más días a la semana a realizar actividades físicas para mejorar su equilibrio y evitar las caídas.

5. Deberían realizarse actividades de fortalecimiento muscular de los grandes grupos musculares dos o más veces a la semana.

6. Cuando los adultos de este grupo no puedan realizar la actividad física recomendada debido a su estado de salud, deberían mantenerse activos hasta donde les

sea posible y les permita su salud (OMS, 2010).

Aunque estas recomendaciones son de gran importancia para el ser humano, no dejan de ser muy superficiales, en el libro de José Antonio Casajus se pueden apreciar recomendaciones de actividad física para la salud un poco más profundadas, las cuales se mencionan a continuación:

1. Resistencia aeróbica: Para mantener la salud, las personas mayores deben realizar un mínimo de 30 minutos de actividad aeróbica a una intensidad moderada 5 veces por semana, o actividad aeróbica intensa por un mínimo de 20 minutos 3 veces por semana. En una escala de 10 puntos, donde un 0 es estar sentado y un esfuerzo máximo es un 10, la actividad de intensidad moderada es un 5 o 6 y además produce un incremento de la frecuencia cardiaca y de la respiración. En la misma escala se podría identificar la actividad intensa entre 7 y 8.

2. Fuerza y resistencia muscular: Para promover y mantener la salud e independencia física, las personas mayores se beneficiaran de las actividades que mantienen o incrementan la fuerza y la resistencia muscular por un mínimo de dos o más días no consecutivos a la semana. Se recomienda 8-10 ejercicios de los principales grupos musculares por lo menos dos días no consecutivos a la semana. Para maximizar el desarrollo de la fuerza, se deben utilizar resistencias (pesos) que permitan realizar 10-15 repeticiones por cada ejercicio, se deberá mantener los mismos valores de la escala de 0 a 10 mencionada anteriormente.

3. Para mantener la flexibilidad básica para las actividades básicas de la vida diaria, las personas mayores deben desarrollar actividades que mantengan o incrementen la flexibilidad durante aprox. 10 minutos/día.

4. Las personas mayores deben realizar ejercicios que mantengan o mejoren el equilibrio para reducir el riesgo de caídas especialmente en aquellos mayores con un riesgo sustancial de sufrirlas (Casajus, 2011).

A pesar que estas recomendaciones son más completas que las realizadas por la OMS, existen autores que han profundizado aún más sobre la prescripción del ejercicio en esta población, uno de ellos es Mikel Izquierdo, el cual en su libro describe en un principio las principales características tanto del ejercicio de fuerza como las del entrenamiento aeróbico, las cuales son expuestas en la tabla No 5.

**Tabla 5**

Recomendaciones, beneficios y riesgos del entrenamiento aeróbico y de fuerza en el Adulto mayor.

Principios Generales	Entrenamiento Aeróbico	Entrenamiento de fuerza
Recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contracción varios grupos musculares</li> <li>- Pocas repeticiones</li> <li>Resistencia moderada</li> <li>- Medir fuerza y potencia basal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes grupos musculares</li> <li>- Muchas repeticiones</li> <li>- Baja resistencia</li> <li>- Ejercicio aeróbico bajo impacto</li> </ul>
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comienzo baja intensidad y corta duración (5 min)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- carga inicial 40-50 %</li> <li>- grandes músculos pareados</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calentamiento y estiramiento</li> <li>- cv, composición corporal, metabólico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(agonista-antagonista)</li> <li>- pequeños incrementos de carga</li> <li>- aumento fuerza, potencia, masa muscular magra</li> </ul>
Riegos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resistencia muscular</li> <li>- comorbilidad</li> <li>- evento cardiaco</li> <li>- daño musculo esquelético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rango de movilidad(flexibilidad)</li> <li>- función física</li> <li>- lesión muscular</li> <li>- fracturas, exacerbación enfermedad articular</li> </ul>

Fuente: (Izquierdo, 2014)

Posterior a esta categorización, él expone la prescripción del ejercicio de cada una de las capacidades que deben ser tenidas en cuenta en el adulto mayor, basándose en los parámetros fisiológicos que se deberían mantener en cada una de ellas.

**Tabla 6**

Prescripción del ejercicio en al adulto mayor.

Beneficios	Modalidad de ejercicio	Prescripción
Mejora de la resistencia cardiovascular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caminar</li> <li>- pedalear</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 60-80% FC máx. (40-60%VO2 Max)</li> <li>- 5-30 min/sesión</li> </ul>

		- 3 días/semana
Aumento de masa muscular y fuerza	- pesos libres - maquinas resistencia variable	- después de una fase de familiarización con los ejercicios, se recomienda comenzar realizando 1-2 series de 8 a 12 repeticiones con anexidades que empiecen en el 20-30% de una RM - Progresar realizando 8-10 repeticiones por serie con un peso que pudiera realizar 20 repeticiones máximas (20RM) o más y no sobrepasar la realización de 4-6 repeticiones por serie con un peso que pudiese realizar 15 RM(30-70% 1RM) - 6-8 ejercicios - Grandes grupos

		<p>musculares</p> <p>- 8-10 repeticiones</p> <p>- 2-3 series</p>
<p>Potencia y capacidad funcional</p>	<p>- incluir ejercicios de la vida diaria (levantarse y sentarse, subir/bajar escaleras)</p> <p>- incluir ejercicios de potencia (altas velocidades con pesos ligeros/moderados)</p>	<p>En los ancianos (incluso en los más viejos) se puede mejorar la potencia mediante el entrenamiento al 50% de 1RM y con la máxima velocidad a esta resistencia (p. e: tan rápido como sea posible) que estará entre el 30-60% de la velocidad máxima sin resistencia</p>
<p>Flexibilidad</p>	<p>- estiramientos</p> <p>- yoga/Pilates</p>	<p>- 10-15 Minutos</p> <p>- 2-3 días/semana</p>
<p>equilibrio</p>	<p>Deberá incluir ejercicios en la posición de tándem, semi-tándem, desplazamientos multidireccionales con pesos extra (2-4 Kg), caminar con apoyo tacón punta, subir</p>	<p>En todas las sesiones</p>

	escaleras con ayuda, transferencia de peso corporal, desde una pierna a la otra) y ejercicios de Thai-Chi modificados	
--	---	--

Fuente (Izquierdo, 2014)

Existen otros autores que se centran en la prescripción y programación del ejercicio físico, orientado hacia la fuerza, para la cual emiten también ciertas recomendaciones, las cuales se pueden observar tabla 7.

### Tabla 7

Efectos y dosis recomendadas en el entrenamiento de fuerza y los posibles enfoques Organizativos para diferentes formas de entrenamiento en las personas mayores.

Objetivos	Posibles efectos del entrenamiento	Dosis	Posibles enfoques organizativos
	Incremento de la masa muscular	8-12 repeticiones por grupo muscular de un 70-85% de una repetición máxima, 3 sets; 2-3	Ejercicios en estudio, gimnasio, programa en el hogar, inicialmente bajo la instrucción,

<p>Aumento de la fuerza muscular</p>	<p>Entrenamiento de la coordinación intramuscular</p> <p>Entrenamiento de la coordinación intermuscular.</p>	<p>unidades de entrenamiento por semana, por lo menos 8 a 12 semanas</p> <p>Hasta 8 Rep. Por grupo muscular con intensidades más del 80% de 1 RM, 3-5 series, 3 unidades de entrenamiento por semana, varias semanas.</p> <p>Varias repeticiones, más unidades de entrenamiento diario, de alta velocidad de movimiento, entre otros.</p>	<p>luego de forma independiente.</p> <p>Ejercicios en estudio, gimnasio, programa en el hogar, inicialmente bajo la instrucción</p> <p>Entrenamiento sobre superficies irregulares, con o sin pesos adicionales; bajo instrucción, luego de forma independiente.</p>
--------------------------------------	--	---	--

<p>Reducción de la sarcopenia</p>	<p>Incremento de la masa muscular</p>	<p>8-12 repeticiones por grupo muscular de un 60-80% de 1 RM máxima, 3 sets; 3 unidades de entrenamiento por semana, por lo menos 8 a 12 semanas</p>	<p>Ejercicios en estudio, gimnasio, programa en el hogar, inicialmente bajo la instrucción, luego de forma independiente.</p>
<p>Adaptación a tendones y huesos</p>	<p>Aumento de la síntesis neta de colágeno, reducción en la pérdida de densidad ósea.</p>	<p>Intensidades medias a elevadas (&gt;60-80% de 1 RM &gt; peso corporal), varias unidades de entrenamiento por semana, semanas o meses.</p>	<p>Ejercicios en estudio, gimnasio bajo instrucción.</p>
	<p>- optimizar el</p>	<p>Varias repeticiones, más unidades de entrenamiento diario, de alta</p>	<p>Entrenamiento sobre superficies irregulares, con o sin pesos adicionales;</p>

Prevencción de caídas y lesiones	control postural, la formación de la coordinación intermuscular. Entrenamiento de la coordinación intramuscular.	velocidad de movimiento. Hasta 8 Rep. Por grupo muscular, con intensidades >80% de 1 RM; 3-5 set; 3 unidades de entrenamiento por semana; varias semanas.	bajo instrucción, luego de forma independiente. Ejercicios en estudio, gimnasio bajo instrucción.
----------------------------------	--	---	---

Fuente (Padilla, 2014).

Son numerosos los autores que hablan de la prescripción del ejercicio para el adulto mayor, en donde recomiendan los trabajos de fuerza en los mismos, pero desafortunadamente muchas de esas recomendaciones en el campo de acción no son tenidas en cuenta, ya sea por la pobre valoración y las recomendaciones que realizan los médicos a cada uno de estos individuos o por el miedo de exponer a esta población a alguna dolencia o caída generada por los trabajos de fuerza o potencia muscular.

Cuantiosos trabajos han revelado que el entrenamiento con resistencias (externas/propias), aeróbico de alto impacto y explosivo inducen un mantenimiento o aumento

de la densidad mineral ósea en adultos mayores por la estimulación de los osteoblastos. Dichos procesos son recomendados, ya que al efecto mencionado, se suman cambios importantes en la composición corporal (aumento de la masa magra y disminución de la masa grasa), mejoras en los patrones de coordinación (incremento de los patrones de coordinación de la musculatura agonista/disminución en la antagonista), así como modificaciones de los niveles de independencia funcional (Villada, 2013).

El deterioro con la edad de la función muscular es uno de los principales factores que influyen en la disminución de la calidad de vida independiente de las personas (Poblete, 2015). El músculo esquelético representa un 50% del peso corporal en adultos cumpliendo funciones metabólicas, endocrinas, termorreguladoras así como ser el principal efector del movimiento (Mata, 2013) por esto, es indispensable mantener los niveles de fuerza y tono muscular elevados, de este modo se garantizará una mayor funcionalidad del aparato locomotor permitiéndoles ser autosuficientes. El ejercicio de resistencia contrarresta la pérdida muscular relacionada al envejecimiento, porque se logra un aumento del 11.4% en el área transversal de la pantorrilla y del 100% en el área transversal del extensor de la rodilla tras 12 semanas de entrenamiento (Carrillo, 2011) estos efectos se presentan con un programa de entrenamiento de fuerza de tren inferior, pero al realizar un trabajo de fuerza a nivel general en el adulto mayor, los beneficios se multiplicaran, generando también mejora en la postura, facilitando la marcha y mejorando el equilibrio tanto dinámico como estático.

Por otro lado, al combinar los ejercicios de fuerza con trabajos de equilibrio se optimizan los resultados en cuanto a la mejora en la respuesta del sistema nervioso central y periférico a la vez que aumenta la capacidad de respuesta muscular, permitiéndole al individuo mejorar sus patrones en la marcha y minimizando así los riesgos de caída, los entrenamientos neuromotor y

funcional se convierten en una alternativa importante para mejorar el equilibrio, la agilidad, la coordinación, el control motor, la propiocepción y reducir el riesgo de caídas en adultos mayores, quienes producto del proceso de envejecimiento presentan deterioros en el equilibrio, la fuerza y la capacidad funcional (López, 2015). El entrenamiento neuromotor con ejercicios sobre superficies inestables mejora el equilibrio y es además cinco veces más efectivo para reducir el riesgo de caída en adultos mayores de sesenta años, al compararlo con otro tipo de intervenciones médicas y ambientales (López, 2015)

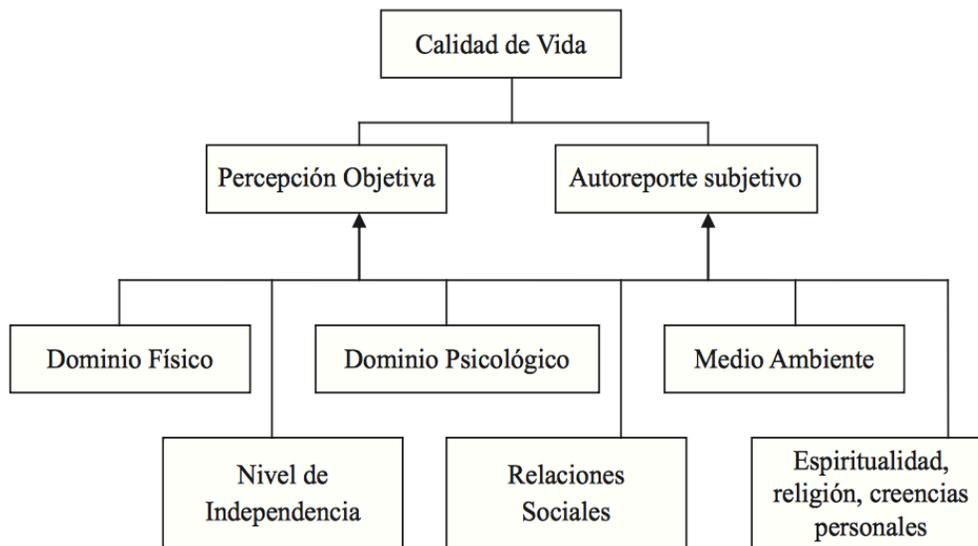
Ensayos clínicos con dicha población, demuestran que realizar ejercicios de equilibrio con una frecuencia mínima de dos o tres veces por semana y una duración mínima de ocho semanas, disminuye el riesgo y número de caídas en más del 49% (López, 2015)

## **MARCO CONCEPTUAL**

### **Calidad de vida**

El envejecimiento está asociado al descenso de variables como: funcionalidad, movilidad, autónoma y en la salud general, provocando más restricciones en la calidad de vida (Correa et al., 2013; Santos, 2015), la calidad de vida es definida por (Lawton 2001, Urzúa 2012) como una evaluación multidimensional, de acuerdo a criterios intrapersonales y socio-normativos, del sistema personal y ambiental de un individuo. Como se puede evidencia en la definición, esta se encuentra integrada por múltiples factores que interactúan con el ser humano, en la gráfica No 3 se observa el modelo conceptual que maneja la Organización Mundial para la Salud con relación a la Calidad de vida, en esta grafica se identifican los factores que se articulan con la calidad de

vida en los seres humanos.



**Figura 3.** Diagrama del modelo conceptual de Calidad de vida de la OMS. Fuente (Urzúa, 2012)

Para poder hablar de calidad de vida, es indispensable tener como referencia a la independencia física, la cual, facilitara el autocuidado en todas las etapas de la vida, por otro lado, esto garantizara un mayor relacionamiento social permitiéndole interactuar con su entorno a voluntad. No se puede olvidar la parte socio-normativa, ya que este es uno de los factores que en ocasiones alteran de forma directa la calidad de vida de los seres humanos que conforman una sociedad, si los gobiernos no garantizan la salud, la educación, la vivienda y el trabajo, será muy difícil poder hablar de calidad de vida, ya que estas condiciones son básicas, pero al no tenerlas se pueden presentar alteraciones a nivel físicos, psicológico y social, lo que altera de forma significativa a la calidad de vida, pero para el desarrollo de este proyecto se centrara la atención en la autonomía funcional.

## **Autonomía funcional**

Como ya se mencionó, la independencia física o autonomía funcional es uno de los factores que se articulan con la calidad de vida y con el desarrollo de este proyecto, el cual está muy relacionado con la autonomía funcional, la cual es indispensable durante todas las etapas de la vida y en especial en la vejez, si esta, se encuentra alterada o deteriorada, la calidad de vida se verá afectada de forma directa. Para dar una definición más clara, se adoptó el concepto de autonomía funcional, definido por el Grupo de Desarrollo Latinoamericano para la Tercera Edad (GDLAM 2004), el cual la define en tres aspectos: autonomía de acción - se refiriendo a la noción de independencia física; autonomía de ganas - se refiriendo a la posibilidad de autodeterminación; y autonomía de pensamientos - que permite al individuo juzgar cualquier situación.

Para este trabajo en particular se centró la atención en el primer aspecto, el cual hace referencia a la autonomía de acción, ya que el objetivo del proyecto es determinar cómo se mejora la fuerza, la potencia muscular y el equilibrio por medio de un programa de actividad física, siendo estas condiciones indispensables para mantener la autonomía funcional, permitiéndole al adulto mayor mantener su independencia física en las actividades de la vida diaria, la funcionalidad o independencia funcional es definida por (Parra,2005), como la capacidad de cumplir acciones requeridas en el diario vivir, para mantener el cuerpo y subsistir independientemente.

## Fuerza

Desde un punto de vista fisiológico, la fuerza es una capacidad funcional que se expresa por la acción conjunta del sistema nervioso y muscular para generar tensión. La tensión es la forma en que el sistema neuromuscular produce fuerza (Bosco, 1992). Como capacidad condicional humana, la fuerza puede manifestarse de diferentes formas dependiendo de las condiciones particulares y objetivos con que se realizan los movimientos (Bosco, 2000).

La fuerza ocupa un lugar esencial en cualquier ser humano, ya sea como capacidad física fundamental, limitante del rendimiento, o bien para garantizar la realización de cualquier acción motora (Verkhoshansky, 2000; Naclerio, 2007), de aquí la importancia para mantener unos niveles óptimos de fuerza en los adultos mayores, ya que esto les permitirá realizar las actividades de la vida diaria sin ningún problema, según (Naclerio, 2007) la posibilidad de producir movimiento estará condicionada por la disponibilidad de energía que permita a la musculatura generar los niveles necesarios de fuerza para ejecutar la acción deseada, al presentarse disminución en los niveles de fuerza se verán afectados los patrones de marcha, velocidad de reacción, ajustes corporal entre otros, (Murillo, 2007) afirma que, la disminución en la fuerza muscular también se ha asociado con la fuerza en general, el paso al caminar y problemas de balance que incrementan el riesgo de caídas, de igual forma (Farías, 2014) reporta que la pérdida de rendimiento en las personas de edad avanzada se asocia con la disminución de la masa muscular, la flexibilidad, la fuerza, el equilibrio y la autonomía funcional, factores que también están relacionados con la falta de actividad física.

En ese sentido (Gómez, 2015) determina que el entrenamiento de fuerza orientado, ha

sido el más recomendado por la literatura científica, pues proporciona efectos positivos hacia una independencia funcional, ya que estimula la masa ósea, mejora el equilibrio, aumenta la fuerza muscular, lo que disminuye el riesgo de caídas y fracturas, además de mejorar la calidad de vida del adulto mayor; actualmente es considerado como una actividad esencial para garantizar un adecuado rendimiento físico aplicado a cualquier deporte, la movilidad y el funcionamiento del aparato locomotor, así como para mejorar la independencia funcional en las personas mayores (Colado, 2004; Macaluso y De Viti; Naclerio 2007). Los programas de entrenamiento de fuerza en mayores probablemente constituyen por si mismos la medida preventiva más eficaz para retrasar la aparición de sarcopenia y/o fragilidad (Izquierdo 2001, 2004, 2014).

### **Potencia muscular**

La potencia es el aspecto explosivo de la fuerza, es el producto de la fuerza por la velocidad del movimiento; la potencia es la aplicación funcional de la fuerza y la velocidad (Wilmore, 2007). (Izquierdo, 2014) afirma que, durante el envejecimiento, la potencia se deteriora más rápido y precozmente que la fuerza, es más, la potencia muscular tiene una relación más significativa con la capacidad funcional del anciano que la fuerza; la potencia se encuentra estrechamente relacionada con la velocidad de la marcha, según (Pachón, 2014), una marcha sostenida en el tiempo a una velocidad moderada o alta, refleja un estado saludable, el cual permite un mejor desempeño en la ejecución de diferentes actividades básicas cotidianas, siendo entonces la máxima velocidad de marcha una forma de evaluar la independencia funcional (Kamada, 2011; Pachón 2014), de igual forma, esto se relaciona con la disminución de la incidencia de caídas, según (Prieto, 2015) la pérdida de fuerza explosiva en los músculos de

las extremidades inferiores y los cambios producidos a nivel vestibular y propioceptivo han sido identificados como principales factores de la pérdida de equilibrio y control postural en la edad avanzada .

## **Equilibrio**

Desde el punto de vista biomecánico cuando hablamos de equilibrio nos referimos a él como “un término genérico que describe la dinámica de la postura corporal para prevenir las caídas, relacionado con las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y las características inerciales de los segmentos corporales” (Winter, 1995), existen tres categorías de equilibrio y que están determinadas por las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Equilibrio estático, cuando un cuerpo está en reposo o no se desplaza. Equilibrio cinético, cuando el cuerpo esta movimiento rectilíneo y uniforme. Equilibrio dinámico cuando intervienen fuerzas inerciales, es decir en movimientos no uniformes, donde un cuerpo parece estar en aparente desequilibrio pero no se cae. (López, 2005; Izquierdo, 2008).

El equilibrio ha sido catalogado como un requisito indispensable para la movilidad y es considerado un factor subyacente en la prevención de caídas. Los adultos mayores sufren un continuo deterioro funcional motivado por factores intrínsecos que provocan alteraciones en el equilibrio (Prieto, 2015), por otro lado (Roe y Cols, 2009) sugieren que la disminución del equilibrio tienen efectos sobre el bienestar de los adultos mayores principalmente por el miedo a caer.

Con base a esto se ha sugerido que un programa combinado de fuerza, potencia muscular

y equilibrio mejorará la función motora y la estabilidad postural.

## **MARCO LEGAL**

El adulto mayor se encuentra cobijado por múltiples políticas a nivel mundial, este trabajo se centrará en la política de envejecimiento activo, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud el envejecimiento activo es “el proceso de optimización de oportunidades de salud, participación y seguridad con el objetivo de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen” (Min Salud, 2014), los diferentes gobiernos a nivel mundial le están apuntando a esta política, ya que si los adultos mayores se mantienen funcionalmente activos se favorecerán los entornos familiares y sociales, a la vez que se reducen los gastos en salud pública.

En Colombia también se protege al adulto mayor desde la Constitución Política de 1991, en los artículos:

Artículo 46. El Estado, la sociedad y la familia concurrirán para la protección y la asistencia de las personas de la tercera edad y promoverán su integración a la vida activa y comunitaria. El Estado les garantizará los servicios de la seguridad social integral y el subsidio alimentario en caso de indigencia.

Artículo 52. El ejercicio del deporte, sus manifestaciones recreativas, competitivas y autóctonas tienen como función la formación integral de las personas, preservar y desarrollar una mejor salud en el ser humano. El deporte y la recreación, forman parte de la educación y

constituyen gasto público social. Se reconoce el derecho de todas las personas a la recreación, a la práctica del deporte y al aprovechamiento del tiempo libre. El Estado fomentará estas actividades e inspeccionará, vigilará y controlará las organizaciones deportivas y recreativas cuya estructura y propiedad deberán ser democráticas.

En nuestro país las políticas ya empiezan a tener en cuenta a esta población, unos de los objetivos del plan decenal de salud 2012 – 2021 son:

- Promover el envejecimiento activo y saludable en la población en general en todo el curso de la vida.
- Diseñar mecanismos para fomentar y fortalecer las redes de investigación y gestión de conocimiento en el envejecimiento y la vejez, tanto a nivel nacional y territorial.

Y una de sus metas es que:

- A 2021 Colombia cuente con un modelo de envejecimiento activo promovido y adoptado a nivel nacional y territorial por el Ministerio de Salud y Protección Social (Uribe, 2013).

Colombia también cuenta con una política de envejecimiento humano y vejez 2014-2024 la cual tiene dos objetivos específicos y un eje, que soportan la ejecución de este proyecto:

### Objetivos

1. Promover un envejecimiento activo, satisfactorio y saludable orientado a la autonomía, integración, seguridad y participación efectiva de las y los colombianos, a lo largo de sus trayectorias vitales.

2. Movilizar, coordinar y articular las acciones intersectoriales en torno a la Protección Social Integral de las personas adultas mayores y a facilitar la construcción de vidas dignas, humanizadas y con sentido.

Su tercer eje estratégico es el envejecimiento activo:

Este eje estratégico de la Política Colombiana de Envejecimiento Humano y Vejez, se fundamenta en una visión de futuro, con el que se pretenden crear las condiciones para una vida autónoma, digna, larga, y saludable en condiciones de seguridad social integral para toda la población. Es un eje con visión de largo plazo, que debe permitir al país actuar en forma oportuna ante el crecimiento del índice de envejecimiento poblacional; pretende este eje que el aumento de las personas de 60 años o más, no se considere como una crisis social y económica. Es un proceso evidente, que trae consigo múltiples retos a la sociedad colombiana para garantizar mejores condiciones de vida a las personas adultas mayores (Min Salud, 2014)

En el artículo 47 de la Ley 181 de Enero 8 de 1995 se establece:

Artículo 47. El Sistema Nacional del Deporte tiene como objetivo generar y brindar a la comunidad oportunidades de participación en procesos de iniciación, formación, fomento y práctica del deporte, la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre, como contribución al desarrollo integral del individuo y a la creación de una cultura física para el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

Este es un referente de gran importancia el cual, estimula la creación y posterior implementación de programas de actividad física orientados al adulto mayor, los cuales busquen mejorar su capacidad funcional y por ende su calidad de vida.

En el artículo 6 de la Ley 1251 de 2018 se establecen como deberes del estado y de la sociedad civil con el adulto mayor.

#### Estado

- a. Asegurar la adopción de planes, políticas y proyectos para el adulto mayor.
- b. Generar espacios de concertación, participación y socialización de las necesidades, experiencias y fortalezas del adulto mayor.
- c. Elaborar políticas, planes, proyectos y programas para el adulto mayor, teniendo en cuenta las necesidades básicas insatisfechas de los más vulnerables.
- d. Promover estilos de vida saludables desde la primera infancia para fomentar hábitos y comportamientos saludables relacionados con el autocuidado, la alimentación sana y saludable, el cuidado del entorno y el fomento de la actividad física para lograr un envejecimiento activo y crear un imaginario positivo de la vejez.

#### Sociedad Civil.

- a. Participar de manera activa en la discusión, elaboración de planes, proyectos y acciones en pro del adulto mayor.
- b. Definir estrategias y servicios que beneficien a los adultos mayores con calidad, calidez y eficiencia.

En la resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de salud, en las disposiciones generales:

Artículo 1: Las disposiciones de estas normas científicas tienen por objeto establecer los requisitos para el desarrollo de la actividad investigativa en salud.

Artículo 4: La investigación para la salud comprende el desarrollo de acciones que contribuyan:

- a. Al conocimiento de los procesos biológicos y psicológicos en los seres humanos.
- b. Al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad, la práctica médica y la estructura social.
- c. A la prevención y control de los problemas de salud.
- d. Al conocimiento y evaluación de los efectos nocivos del ambiente en la salud.
- e. Al estudio de las técnicas y métodos que se recomienden o empleen para la prestación de servicios de salud.
- f. A la producción de insumos para la salud.

Partiendo de estas políticas, Leyes y resoluciones, se apoya la creación y posterior aplicación del presente proyecto, con el que se busca mejorar las condiciones funcionales de los adultos mayores, apoyando las políticas públicas establecidas para dicha población, buscando reducir los gastos públicos en salud los cuales en muchas de las ocasiones son generados por la falta de programas y proyectos de promoción y prevención en el adulto mayor.

## ESTADO DEL ARTE

Son múltiples estudios que mencionan los efectos positivos que generan los programas de entrenamiento de fuerza, potencia y equilibrio en el adulto mayor, revisiones sistemáticas han demostrado que incluso en los ancianos más viejos el entrenamiento de fuerza aumenta la masa muscular, la potencia y la fuerza muscular, además de mejorar parámetros objetivos del síndrome de fragilidad tales como la velocidad de la marcha y el tiempo de levantarse de una silla. (Padilla, 2014), la fuerza es una de las cualidades físicas que influyen de forma directa sobre la calidad de vida en el ser humano, en especial en el adulto mayor, existe evidencia suficiente que el entrenamiento de fuerza previene la sarcopenia, genera efectos positivos sobre la masa ósea, favoreciendo esto a la independencia y a la prevención de caídas. A continuación se presentan algunos de los artículos que han evidenciado algunos de los beneficios que se obtienen con programas de entrenamiento de fuerza, potencia y equilibrio en el adulto mayor.

En uno de los artículos de (Ramírez, 2015) se pueden apreciar algunos de estos beneficios dicho artículo es titulado; Efecto de los movimientos explosivos y de impacto en piscina, sobre la composición corporal, la fuerza y la densidad mineral ósea de mujeres mayores de 60 años.

Material y métodos: participaron treinta y cinco mujeres mayores de 60 años físicamente activas, las cuales fueron divididas en un grupo de entrenamiento en piscina con uso de multi-saltos (JG) y un grupo control (CG). JG entrenó durante 24 semanas, 3 veces por semana, una hora y media por sesión. Pruebas de composición corporal, fuerza explosiva y densidad mineral ósea fueron aplicadas antes y después del programa.

Resultados: Hubo diferencias en la fuerza explosiva (JG vs. CG =  $p < 0,05-0,001$ ) y la potencia estimada (JG vs. CG =  $p < 0,05-0,002$ ) entre JG vs. CG, con incrementos significativos en JG. No hubo diferencias significativas en el porcentaje de masa grasa y magra, densidad mineral ósea lumbar y femoral entre los grupos, aunque pudo observarse ligeros incrementos significativos densidad mineral ósea lumbar y femoral en JG después de la aplicación del programa (JG pre test vs. JG pos test =  $p < 0,05$ ).

En su estudio Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y funcionalidad en adultos mayores, Lopez (2015) mostró evidencias significativas del entrenamiento del equilibrio en la autonomía del adulto mayor.

Objetivo: determinar los efectos de un programa de ocho semanas de entrenamiento en superficies inestables con y sin trabajo de fuerza, sobre el equilibrio y la capacidad funcional en adultos mayores de 60 años, pertenecientes al programa “Escuelas populares del deporte” del inder Medellín.

Metodología: se llevó a cabo un estudio experimental simple, ciego y enmascarado con asignación al azar de 34 sujetos a dos grupos de intervención con y sin trabajo de fuerza sobre superficies inestables; se midió el equilibrio unipodal, bipodal con ojos abiertos y cerrados, además de pruebas funcionales como Up and Go, arm curl y chair test.

Resultados: las intervenciones con y sin trabajo de fuerza mejoraron el equilibrio total en 57,0 y 69,5 segundos respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre los grupos ( $p = 0,13$ ). Se mejoró la velocidad de la marcha con ambas intervenciones sin diferencias intragrupos estadísticamente significativas ( $p = 0,33$ ) pero

importantes para la práctica. Conclusión: ambas intervenciones mejoran el equilibrio, sin embargo existen diferencias importantes para la práctica a favor del programa sobre superficies inestables sin trabajo de fuerza, pues la intervención tiene un mejor efecto sobre el equilibrio unipodal y bipodal tanto con ojos abiertos como con cerrados.

Por su parte Silva (2015) presenta en el estudio de Envejecimiento y género: funcionalidad y percepción del cuerpo de mujeres de edad avanzada ante un programa de ejercicio físico,

Método. El cual tuvo como objetivo contribuir a la explicación de los efectos del ejercicio físico sobre la funcionalidad física de las mujeres de edad avanzada. Diecinueve mujeres (edad media  $69,5 \pm 5,3$  años) fueron sometidas a un programa multicomponente de ejercicios durante 10 meses.

Protocolo de evaluación: Para evaluar la aptitud física se aplicó el Senior Fitness Test y la actividad física habitual se midió con acelerómetros. Se realizaron entrevistas semiestructuradas en distintos momentos del programa para conocer la percepción del cuerpo de las mujeres.

Resultados: Los resultados indican que al final del programa incluso sin efectos evidentes en los datos objetivos, las mujeres perciben beneficios en el cuerpo, dando a las mujeres un nuevo significado a la edad avanzada. Los resultados sugieren que el impacto de un programa de ejercicio físico en la percepción del cuerpo parece ser crucial para mejorar la condición social y de salud, y por lo tanto, la calidad de vida de estas mujeres.

En el artículo de Berzal (2015) se pueden apreciar algunos efectos del entrenamiento funcional en el adulto mayor, dicho artículo es titulado: Efectos del entrenamiento de la fuerza funcional en personas mayores.

Material y métodos: En el estudio participaron voluntariamente 27 sujetos sanos y físicamente activos (12 hombres y 15 mujeres) de  $69,2 \pm 4,9$  años,  $1,613 \pm 0,092$  m de estatura y  $73,10 \pm 14,90$  kg. Los sujetos practicaban gimnasia de mantenimiento para mayores en sesiones de una hora, tres veces por semana.

Protocolos y variables: Se realizó un test de salto CMJ y un test de los límites de estabilidad con la trayectoria del COP. Se utilizaron dos plataformas de fuerzas en la toma de datos. Para el CMJ una Quattro Jump (Kistler, Suiza) y para el recorrido del COP una 9281CA (Kistler, Suiza).

Entrenamiento: Los participantes recibieron 25 minutos de entrenamiento por sesión, 2 veces a la semana durante 8 semanas. La intervención se dirigió al aumento de la fuerza funcional ya que es la fuerza útil. Se utilizaron ejercicios funcionales, similares a las actividades de la vida cotidiana como andar, subir escaleras o recoger objetos del suelo y ejercicios de flexibilidad. No se utilizaron cargas externas. Todos los ejercicios se realizaban con el propio peso corporal. El trabajo se propuso en forma de circuito. A lo largo de las 8 semanas se fue incrementando la intensidad de los ejercicios con mayor ROM y la dificultad en la coordinación.

Resultados: Se observaron aumentos del stiffness ( $p < 0,01$ ) y un descenso de la altura de salto ( $p < 0,05$ ) entre pre- y pos intervención. Se observaron también un ligero aumento del pico de potencia de la batida y un ligero descenso del centro de masas en el contra movimiento entre

pre- y pos intervención (no significativos). Se obtuvo un aumento del área y de la velocidad media de desplazamiento del COP entre pre- y pos intervención ( $p < 0,05$ ). Aunque el aumento más significativo fue en el rango de desplazamiento en X (eje medio lateral) ( $p < 0,01$ ).

En otros estudios de Coelho (2014) titulado Efectos de un programa de entrenamiento concurrente sobre la fuerza muscular, flexibilidad y autonomía funcional de mujeres mayores.

Material y métodos: En donde los voluntarios eran parte de un proyecto de investigación y extensión "Salud en Movimiento". Este proyecto se centró en la promoción, prevención y mantenimiento de la salud, incluyendo el ejercicio de resistencia (ER) y funcional (EF). Al final de la selección, 20 voluntarios participaron en el programa de entrenamiento con doble intervención: ER y EF, y por último, 14 de estos 20 voluntarios completaron el periodo de intervención con todas las evaluaciones de las variables dependientes.

#### Protocolos de evaluación

- Evaluación antropométrica.
- Protocolo para la evaluación de la autonomía funcional del Grupo de Desarrollo de América Latina hacia la Madurez (GDLAM).
- Evaluación de la Fuerza Muscular (1RM).
- Evaluación de flexibilidad, prueba de sentarse y alcanzar los pies.

Entrenamiento de resistencia: Los voluntarios se sometieron a dos semanas de adaptación y después se realizó el test de 1RM, que fue realizado a cada ciclo. Los ejercicios se realizaron

alternativamente, dos veces por semana (martes y jueves).

Después de las pruebas de carga, las intensidades de ejercicio se fijó en tres ciclos mensuales; la primera (ciclo 1) con 45%, el segundo (ciclo 2) con 50% y el último (ciclo 3) con 55% de 1RM. Todos los ciclos fueron con 4 semanas de duración, con 20, 15 y 12 repeticiones, respectivamente, para los ciclos 1, 2 y 3, con tres series para cada uno.

Entrenamiento funcional: El EF, también fue realizado con 12 semanas y de inmediato después del ER. Fue utilizada tres semanas para el periodo de adaptación de los ejercicios, luego se llevó a cabo las evaluaciones de las variables.

Los ejercicios se aplicaron de acuerdo con el "principio de la pirámide" que es particular del EF y fue aumentado progresivamente el grado de dificultad, variando cada cuatro semanas en el siguiente orden; estabilización, resistencia y fuerza (Guiselini, 2013).

## Resultados

ANOVA evidencia. Que la fuerza de los miembros inferiores mejoraron ( $p < 0,05$ ) extensión de la rodilla  $\pm = 48,5\%$  y prensa de piernas  $\Delta\% = 26,9\%$ . La fuerza tren superior incremento. ( $p < 0,05$ ) bíceps ( $\Delta\% = 21,7\%$ ); dorsal ancho  $\Delta\% = 27,5\%$ ; bajo remo con ( $p < 0,01$ )  $\Delta\% = 42,5\%$  después del entrenamiento. Flexibilidad con  $\Delta\% = 59,8\%$  y autonomía funcional. Dice GDLAM  $\Delta\% = 4,8\%$  también mejoraron ( $p < 0,05$ ). El programa concurrente: ER y EF fue eficaz para la fuerza de ambas extremidades, también para la flexibilidad y autónoma funcional.

En otro estudio de Vale (2004) Efectos del entrenamiento de fuerza sobre los niveles de

IGF-1 y autonomía funcional de adultos mayores, se pueden apreciar efectos positivos en la funcionalidad del adulto mayor.

Método: 28 sujetos fueron seleccionados y distribuidos aleatoriamente a través de sorteo simple en un grupo experimental (GE; n: 14; Edad: 69+/-5,1 años; IMC: 27,91+/-4,2) sometido a un programa de actividades físicas y un grupo de control (GC; n:14) en que cuatro sujetos abandonaron el estudio (GC; n: 10; Edad: 69+/-5,9 años; IMC: 28,57+/-4,1), todos los participantes tenían que ser en sus AVD.

Procedimiento en la recolección de datos.

- Evaluación Antropométrica
- Análisis de los niveles séricos de IGF-1
- Evaluación de la autonomía funcional

Intervención: El grupo experimental (GE) fue sometido a ejercicios resistidos con pesas, bastones, mancuernas y tobilleras (2 a 3 series de 15 a 20 repeticiones en las primeras 4 semanas y 8 a 10 repeticiones en las demás 16 semanas para cada ejercicio), en una frecuencia de 3 veces en la semana con duración de 50 minutos por sesión, durante 20 semanas.

La intensidad del esfuerzo de los ejercicios resistidos propuestos fue controlada por la percepción de esfuerzo (OMNI-RES) (Robertson et al., 2003).

El grupo control (GC) mantuvo sus quehaceres diarios normales sin participar de actividades físicas sistematizadas durante el período de intervención.

Resultados: El protocolo GDLAM de autónoma funcional fue empleado y calculado el índice general de autónoma (IG). El ANOVA con medidas repetidas ha revelado mejora significativa en los niveles de IGF-1 e IG ( $p < 0,05$ ) en GE. En la comparación intergrupos, GE ha presentado mejores niveles IGF-1 e IG ( $p < 0,05$ ) en relación al GC en el pos-test. El entrenamiento de fuerza contribuyó. Al aumento de niveles hormonales de IGF-1 y mejora del desempeño en actividades de la vida diaria.

Otro de los estudios que demuestran evidencias del trabajo de fuerza en la funcionalidad del adulto mayor es el de Vidarte (2012) Efectos del ejercicio físico en la condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores.

Material y métodos: Se realizó una investigación de tipo cuasi experimental con grupo control y experimento. Los sujetos de estudio fueron 38 adultos mayores de 60 años, los cuales de manera aleatoria se asignaron al grupo experimental y al control

El desarrollo del programa de ejercicio físico permitió una intervención de 36 sesiones de entrenamiento, distribuidas en cuatro micros ciclos. El método de entrenamiento fue el progresivo escalonado con cargas sub máximas, entre el 55 y 65% en la fase general, entre el 65 y 75% en la fase específica. El medio utilizado fue gravitacional, bajo una planificación de carácter tradicional, con el objetivo fundamentado en el componente de la carga, direccionado a desarrollar actividades de locomoción basadas en caminatas (FC de 75 a 85% CFI), fuerza y flexibilidad, como componentes específicos.

Protocolos y variables: A todos los participantes se les realizó una evaluación sobre las condiciones sociodemográficas, así mismo se aplicó una prueba pre-test de los componentes de

la capacidad funcional, entre ellos: condición física funcional a través de la batería Senior Fitness Test (SFT), previamente testada en su validez y fiabilidad, Se evaluó el riesgo de caídas mediante la escala de Tinetti, que consiste en la observación directa para la valoración de la marcha y equilibrio, su principal interés es detectar adultos mayores con riesgos de caídas.

Resultados: Se observaron cambios en la condición física funcional en el grupo experimental. Los principales cambios se obtuvieron en el perímetro de cintura con una media pre-test de  $91,89 \pm 9,85$  cm y una media post-test de  $88,95 \pm 10,46$  cm. En la fuerza de miembros superiores con una media pre-test de  $17,16 \pm 4,58$  repeticiones y una media post-test de  $20,63 \pm 5,58$  repeticiones; flexibilidad de tren superior con una media pre test de  $-8,24 \pm 9,88$  cm y post-test de  $-5,66 \pm 6,75$  cm; resistencia aeróbica pre-test de  $70,32 \pm 23,28$  pasos y post-test de  $83,47 \pm 15,19$  pasos; equilibrio con una media pre-test de  $13,95 \pm 1,5$  segundos y post test de  $15,26 \pm 1,0$  segundos. En relación con la autoconfianza para vestirse y desvestirse y caminar por el barrio se evidenciaron cambios, de tener regular confianza a tener mucha confianza.

Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos experimental y control para el Índice cintura cadera, perímetro cintura, fuerza miembros superiores, flexibilidad tren superior, resistencia aeróbica, Tinetti equilibrio, Tinetti total ( $p = 0,00$ ), vestirse desvestirse ( $p = 0,05$ ) y la autoconfianza para caminar por el barrio.

En el estudio de Sotomayor (2010) se comparan los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza con otro de resistencia, este artículo es titulado, Efectos de dos programas sobre la aptitud física metabólica en adultos mayores.

Material y método: De un total de 53 participantes en el Programa Adulto Mayor del Departamento de Educación Física Deporte y Recreación de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Santiago de Chile, una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, se conformaron aleatoriamente dos grupos experimentales, Grupo Experimental 1 (G1) (n=11) y Grupo Experimental 2 (G2) (n=20).- En la Tabla 1 se presentan las características de ambos grupos experimentales.

Las Variables Independientes fueron el Programa de Entrenamiento Cardiorrespiratorio, basado en caminatas (G2) (ver Tabla 2), y el Programa de Entrenamiento para la mejora de la Fuerza y Resistencia muscular (G1),

Resultados: Se aprecian mejorías en los promedios de fuerza máxima dinámica en los tres test en el G1, inducidos por el entrenamiento de fuerza muscular, mientras que el G2 no presenta cambios importantes en los test máximos antes y después del programa de entrenamiento como efecto inducido por el programa aeróbico.

Por último, teniendo en cuenta múltiples estudios, en donde se realizaron intervención con entrenamiento de la fuerza en adulto mayor, Mata Ordoñez hace una serie de recomendaciones en cuanto a la prescripción del ejercicio en esa capacidad, las cuales se mencionan en la tabla No 8.

### **Tabla 8**

Recomendaciones para la prescripción de ejercicio en personas afectadas por sarcopenia.

Frecuencia	2-3 días / semana (1 día entrenamiento convencional/ 1 día
------------	---

	entrenamiento de alta velocidad o potencia)
No de ejercicios	8-12 Ejercicios
Selección de ejercicios	Atender a la zona debilitada. Mayor predominancia de ejercicios para miembros inferiores
Volumen	3-5 series de 12-15 repeticiones (dependiente de la intensidad)
Intensidad	Progresivo desde 30% hasta 85% 1RM) Posibilidad de aplicar la percepción de esfuerzo
Descanso	Suficiente para afrontar la siguiente serie o siguiente ejercicio con éxito
Metodología	Combinar convencional, potencia y vibraciones.

Fuente: (Mata, 2013)

Concluyendo con esto, que el entrenamiento de fuerza resulta necesario para la prevención y el tratamiento de la sarcopenia o cualquier situación que implique una reducción de la masa muscular (atrofia, caquexia) ya que mejora las morbilidades asociadas. Dicho entrenamiento debe considerarse un tratamiento sinérgico con las estrategias nutricionales para el caso.

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGÍA**

#### **POBLACIÓN**

##### **Conformación de los grupos**

Para este proyecto se contó con una población de 300 adultos mayores inscritos al programa “Activa tu Vida” de la Caja de Compensación Familiar Compensar ubicada en la ciudad de Bogotá. El programa activa tu vida, ofrece a las personas mayores y pensionadas entre los 55 y 75 años de edad una amplia y diversa gama de actividades que propician un envejecimiento activo y contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida, propiciando que las personas mayores de hoy y del futuro alcancen una vejez digna, saludable e integral.

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se asignaron 14 personas al grupo control de las cuales 10 fueron mujeres y 4 hombres, mientras que en el grupo de intervención se contó con 19 adultos mayores, de los cuales 16 eran mujeres y 3 hombres.

Las personas que conformaron cada uno de los grupos fueron asignadas bajo los parámetros establecidos por la valoración gerontológica de clasificación, la cual fue ejecutada por el personal del área, de igual forma cada uno de los participantes fue valorado y autorizado por medicina del deporte a participar del programa. Por otro lado, cada uno de los integrantes

firmó un consentimiento informado, en el cual se les informó todo lo relacionado con el proyecto, riesgos y beneficios.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

1. Hombres y mujeres entre 60 y 75 años de edad, los cuales deberán estar inscritos en el programa activa tu vida de la caja de compensación familiar Compensar.
2. Haber sido valorado y clasificado por el equipo gerontológico de Compensar.
3. Ser autorizado por el médico del deporte a participar del programa de intervención.
4. Llevar inscritos en el programa un periodo de 6 meses.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

1. Hombres y mujeres entre 60 y 75 que no hayan sido valorados y clasificados por el equipo de gerontología de la caja de compensación familiar Compensar.
2. Adultos mayores que no hayan sido autorizados por medicina del deporte para participar del programa.
3. Adultos mayores con alteraciones osteo-musculares.

4. Llevar más o menos de 6 meses en el programa plan activa tu vida de Compensar.

## **LA EVALUACIÓN**

Para dar soporte a este proyecto se aplicó la batería de evaluación Senior Fitness Test (SFT), la cual fue diseñada por Rikli y Jones, esta batería surgió por la necesidad de crear una herramienta que permitiese valorar la condición física de los adultos mayores con seguridad, así como de forma práctica. La SFT es muy completa: los test que componen la batería recogen el mayor número de componentes del Fitness asociados con la independencia funcional, mientras que otras baterías realizadas para valorar a los adultos mayores se centran únicamente en algún componente concreto. La SFT puede aplicarse a personas con edades entre 60 y 94 años de edad, y distintos niveles de capacidad física y funcional, ya que esta batería cubre un amplio rango de capacidad funcional, desde los más frágiles a las élites. La SFT tiene valores de referencia expresados en percentiles para cada uno de los test (obtenidos de un amplio estudio realizado a 7.000 personas), lo que nos permite comparar los resultados con personas del mismo sexo y edad.

Es batería consta de 6 pruebas, las cuales se describen a continuación.

1. Test de sentarse y levantarse de una silla. Protocolo: El test comienza con el/la participante sentado/a en la mitad de la silla, la espalda derecha (sin que llegue a tocar la

pared) y la planta de los pies apoyados en el suelo. La silla debe estar pegada a la pared. Los brazos cruzados a la altura de las muñecas y colocados sobre el pecho. A la señal de “Ya” el/la participante se levanta (extensión de rodillas completa) completamente y después regresa a la posición sentada. No está permitido apoyarse en la silla o los muslos para levantarse. Hay que sentarse completamente para que la ejecución sea válida, se cuenta el número de veces que el participante se sienta en la silla durante 30 segundos.

2. Test de flexión y extensión de brazo con mancuernas. Protocolo: El participante está sentado en una silla con la espalda estirada y la planta de los pies apoyada en el suelo, con el lado dominante del cuerpo próximo o cerca del borde lateral de la silla. La mancuerna se mantiene a un lado en la mano dominante como para “dar la mano”. El test comienza con el brazo abajo y al lado de la silla, perpendicular al suelo. A la señal de “ya”, el/la participante gira la palma de la mano hacia arriba realizando una flexión completa del brazo. Y luego regresa a la posición del brazo completamente extendido. En la posición de estirado el peso debe regresar a la posición como para “dar la mano”, se cuenta el número de veces que el brazo regrese a la posición inicial durante 30 segundos.

3. Test de los 6 minutos. Protocolo: Para tener constancia de la distancia caminada, se puede dar a los participantes un palito (u objeto similar) cada vez que rodean un cono, o un/a compañero/a puede registrar una puntuación cada vez que se completa una vuelta. Deberían valorarse tres o más participantes a la vez. Debe indicárseles que caminen de forma individual lo más rápido que puedan, que no deben hablar con los compañeros, ni ir en parejas o en grupos. Cuando se valoren varias personas a la vez, debería colocárseles números para indicar el orden al comenzar y al parar. A la señal de “ya”, se indica a los

participantes que caminen tan rápido como les sea posible (sin correr) alrededor de la pista durante 6 minutos, al culminar los seis minutos se toma la distancia recorrida por cada uno de los participante.

4. Test de levantarse, caminar (2,45 m) y volver a sentarse. Protocolo: La prueba comienza con el participante sentado completamente en la silla (posición erguida), las manos en los muslos y la planta de los pies apoyadas en el suelo (con un pie ligeramente adelantado). A la señal de “ya”, el participante se levanta de la silla (se permite empujar los muslos), camina tan rápido como le sea posible alrededor del cono (por cualquiera de los lados), y regresa a la silla. Debería comunicarse al participante que es una prueba cronometrada y que debe realizarse tan rápido como sea posible (sin correr), trasladándose alrededor del cono y regresar a la silla. El evaluador debe servir como referencia, estando de pie a mitad de la distancia entre la silla y el cono, listo para ayudar al participante en caso de que pierda el equilibrio, al volver a sentarse se registrara el tiempo.

5. Test de flexión del tronco en una silla. Protocolo: El participante se sienta en una silla de manera que la línea glútea estará alineada con el borde de la misma. Manteniendo una pierna en flexión con la planta del pie apoyada en el suelo, la otra pierna debe permanecer en máxima extensión (dentro de los límites de cada persona, pero sin llegar nunca a hiperextensión), con el talón apoyado en el suelo y el pie flexionado aproximadamente 90°. La espalda permanecerá recta, con la cabeza en línea con el tronco, mientras que intenta tocar la punta del pie con las dos manos, el evaluador medirá la distancia que exista entre las dos extremidades.

6. Test de alcanzar las manos por detrás. Protocolo: En una posición de pie, el participante coloca una mano preferida detrás del hombro del mismo lado, con la palma hacia abajo y los dedos extendidos, alcanzando la mitad de la espalda hacia abajo (con el codo dirigido hacia arriba). El participante coloca la otra mano detrás de la espalda, palma hacia fuera, alcanzando tan lejos como le sea posible en un intento para tocar o superponer los dedos medios (o los dedos más largos) extendidos de ambas manos, el evaluador debe medir la distancia que exista entre las dos manos.

7. Por último se anexo el test de equilibrio estático. Protocolo: El participante deberá colocar sus manos en las caderas y permanecer apoyado sobre la planta de un pie. El otro pie permanecerá apoyado sobre el tobillo del pie sobre el que se sustenta. El evaluador deberá tomar el tiempo en el que la persona tarda en ubicar el otro pie en el piso, la prueba dura 60 segundos.

## **LA DOSIFICACIÓN DEL EJERCICIO**

La ejecución de este proyecto se realizó en 12 semanas, para cada semana se manejaron dos sesiones de trabajo, los días lunes y viernes en el horario de la tarde con el grupo Naranja 1, cada sesión contó con 45 minutos para su desarrollo. Ese tiempo se distribuyó en tres momentos distintos: una parte inicial o de calentamiento, otra parte central o de aplicación del trabajo específico y una parte final o de vuelta a la calma, a su vez en esas doce semanas se dividieron en cuatro fases.

En la primera semana, 7 al 11 de septiembre de 2015, se realizó la evaluación a los dos grupos, Grupo Control (GC) y Grupo Intervenido (GI) a través de la aplicación de la batería Senior Fitness test (SFT) y el test de equilibrio estático.

En las siguientes tres semanas, 14 septiembre al 2 Octubre, se desarrolló un proceso de acondicionamiento de fuerza con auto carga, en el cual se hizo énfasis en los ajustes posturales y el balance corporal, se realizaron actividades de Pilates en piso y con balón, de igual forma se trabajó el equilibrio en piso, caminar punta talón hacia delante y atrás, con ojos abiertos y cerrados.

La tercera fase inicio el 5 de octubre y término el 23 de Noviembre, allí se realizó la aplicación del programa propuesto en este proyecto, en la cual se manejaron tres escenarios distintos. En el primero se realizaron trabajos de fuerza con el apoyo de thera bans, el segundo escenario se caracterizó por el trabajo en superficies inestables, en donde inicialmente se realizaron actividades en el Core y posteriormente se hizo la transición al Bosu, y el último de los tres escenarios se caracterizó por el trabajo de multi-saltos en piscina.

Cada una de las sesiones se centraba en un escenario diferente, iniciando con el trabajo de fuerza, continuando con el trabajo de superficies inestables y terminando con los multi saltos en piscina. De ahí se volvía a iniciar la secuencia. Durante las 7 semanas cada uno de los escenarios se repitió 4 veces.

- Escenario de fuerza: Se desarrolló sobre 7 ejercicios de base, Sentadilla frontal, Flexión de cadera con rodilla extendida, abductor de cadera, remo banda, pres vertical, curl bíceps y push down. Cada uno de los ejercicios se desarrolló bajo los siguientes parámetros: 4 series de 12 repeticiones. Para determinar la intensidad, se trabajó sobre la escala de percepción del esfuerzo OMNI-RES para fuerza, en el rango de 4 algo fácil y 6 algo fuerte.

- Escenario de Superficies inestables: Este escenario se dividió en dos momentos, el primero se caracterizó por trabajos sobre el CORE, el cual se centró en desarrollar la habilidad para controlar el cuerpo sobre la superficie, en un principio los trabajos se realizaron en parejas y posteriormente de forma individual; en el segundo momento se realizaron trabajos sobre el BOSU, al igual que con el CORE se realizaron trabajos en parejas y de forma individual.

- Escenario de multi-saltos en piscina: Este se desarrolló en una piscina de 25 metros, con una profundidad de 1,40 metros. Los trabajos se dividieron en tres: multi-saltos verticales, multi-saltos horizontales y carreras cortas. Para cada uno de ellos se realizó 3 series de 8 repeticiones.

En la última fase, la semana comprendida entre el 27 al 30 de Noviembre, se aplicaron los test de salida,

## **EVALUACIÓN FINAL**

Para la evaluación final se retomaron los test de entrada, los resultados arrojados por estos son analizados y comparados más adelante.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

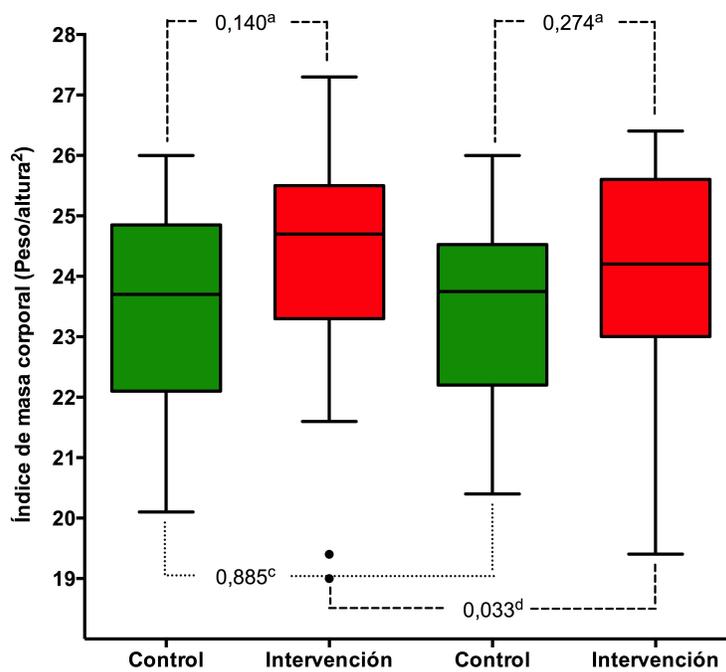
Se inició, con un análisis exploratorio donde se calcularon estadísticas descriptivas (medidas de tendencia central y de dispersión). Para estimar la normalidad de las variables se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk; las diferencias entre los grupos antes y después de la intervención se hicieron por medio de estadística no paramétrica, con los test de U-Mann Withney y Wilcoxon, y estadística paramétrica t-student, según correspondiese; adicional se usó la prueba de Ji<sup>2</sup> de Pearson. Se realizaron comparaciones entre el grupo control y el grupo intervenido, pre y post intervención de las siguientes variables, Test de los 6 min, Test de Sentarse y Levantarse de una Silla, Test de Flexión y Extensión de Brazo, Test de Flexibilidad Extremidades Inferiores, Test de Flexibilidad Extremidades Superiores, Test de levantarse, caminar y volver a sentarse, Test de Equilibrio Estático. Los análisis fueron realizados en SPSS versión 20 para Mac y se consideró como significativo un valor  $P < 0.05$ .

## **COMPONENTE ÉTICA**

El estudio se desarrolló de acuerdo a las normas establecidas en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud Colombiano; de acuerdo con su artículo 11, este estudio se clasifica como una investigación “sin riesgo”. La participación fue voluntaria y quienes aceptaron formar parte del estudio firmaron un consentimiento informado. Los datos fueron manejados con estricta confidencialidad y anonimato sin realizarse análisis individuales, el formato de valoración estaba numerado con un código el cual sólo fue útil para el proceso de tabulación y el cual estaba separado del registro de consentimiento informado.

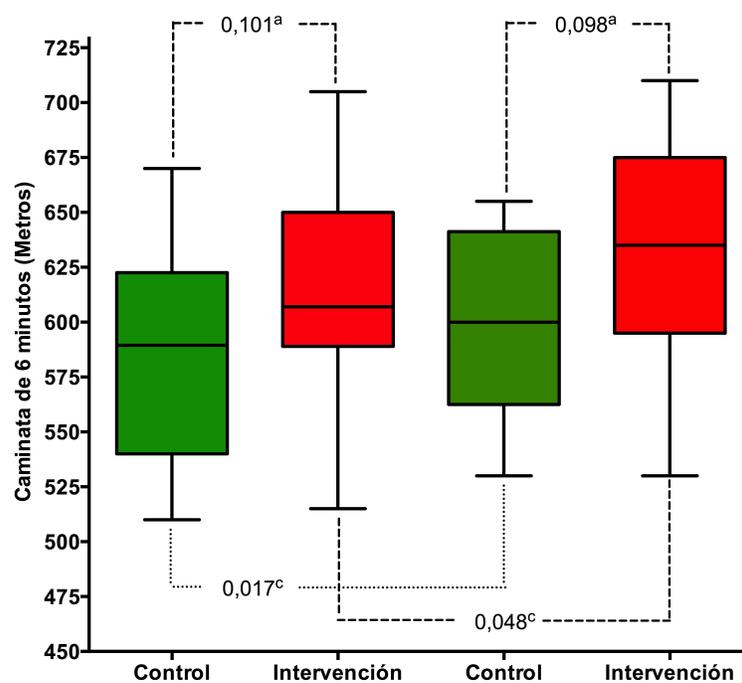
## CAPITULO 4

### RESULTADOS



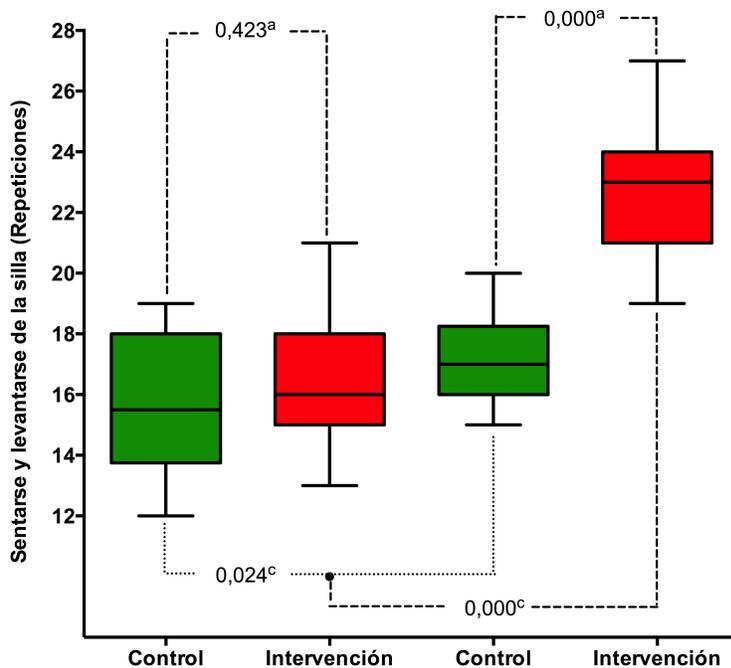
**Grafico 1** Índice de Masa Corporal

Se observa que no existen cambios significativos en el *índice de masa corporal* de los grupos, antes ni después de la aplicación del programa.



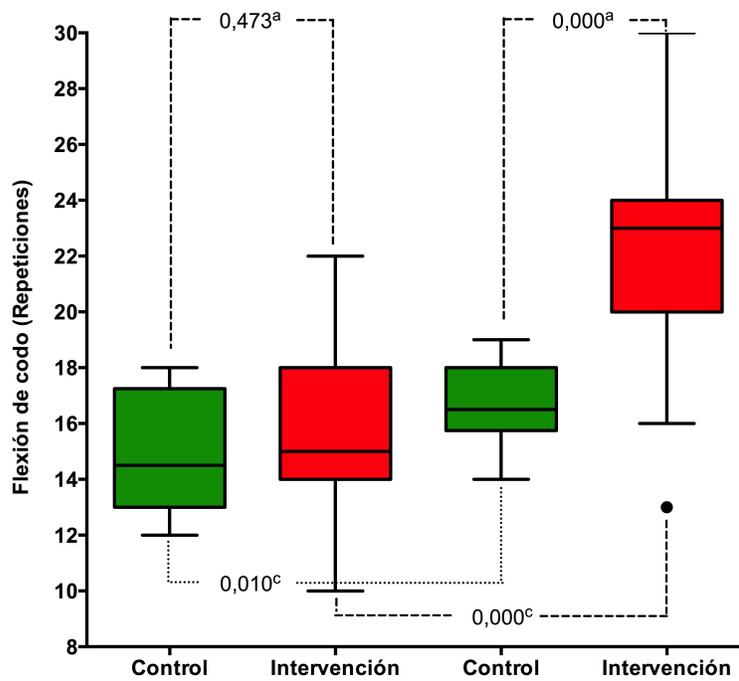
**Grafico 2** Test caminata de 6 minutos

Se observa que no existen cambios significativos en el test de *caminar por 6 minutos*, entre el grupo control ni de intervención, antes ni después de la aplicación del programa.



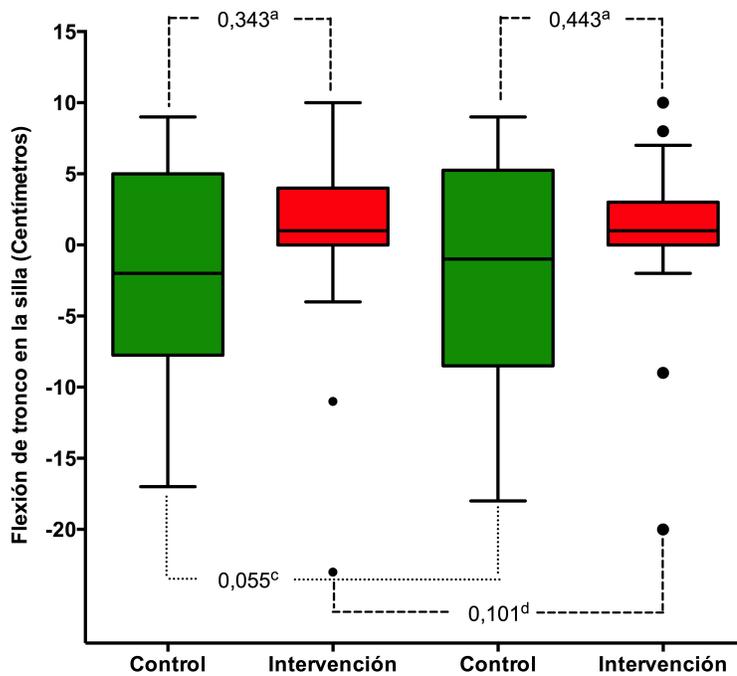
**Grafico 3** Test sentarse y levantarse de la silla

En el *test de sentarse y levantarse de la silla*, se puede observar una diferencia significativa en el grupo de intervención post aplicación del proyecto (0,000<sup>c</sup>), así mismo se observa una diferencia significativa de (0,000<sup>a</sup>) entre el grupo control y el grupo intervenido post intervención.



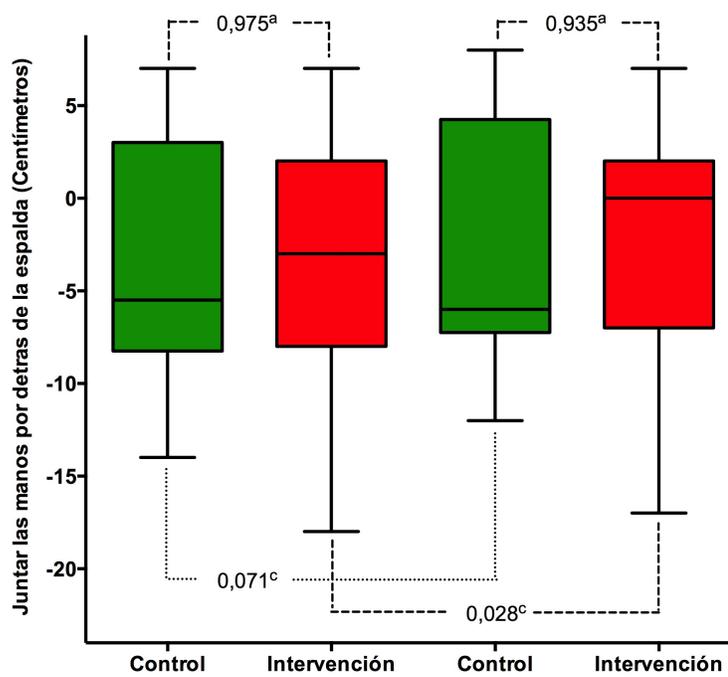
**Grafico 4** Test flexión de codo

En la prueba flexión de codo, se observa una diferencia significativa entre el grupo de intervención pre y post aplicación del programa. De igual forma el grupo control presenta variaciones en los resultados durante el mismo periodo de tiempo.



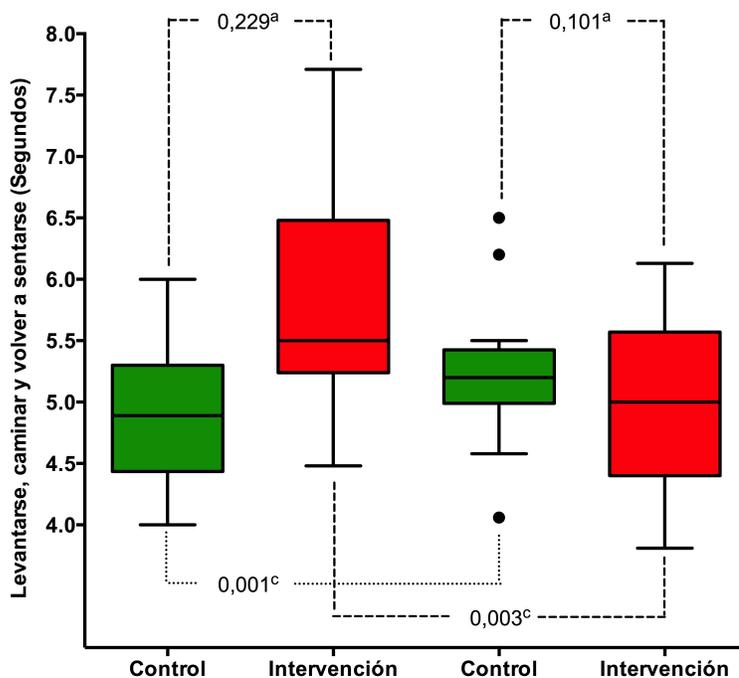
**Grafico 5** Test flexión de tronco en la silla

En los resultados arrojados para el test de *flexión de tronco* no se observan diferencias significativas en ninguno de los grupos.



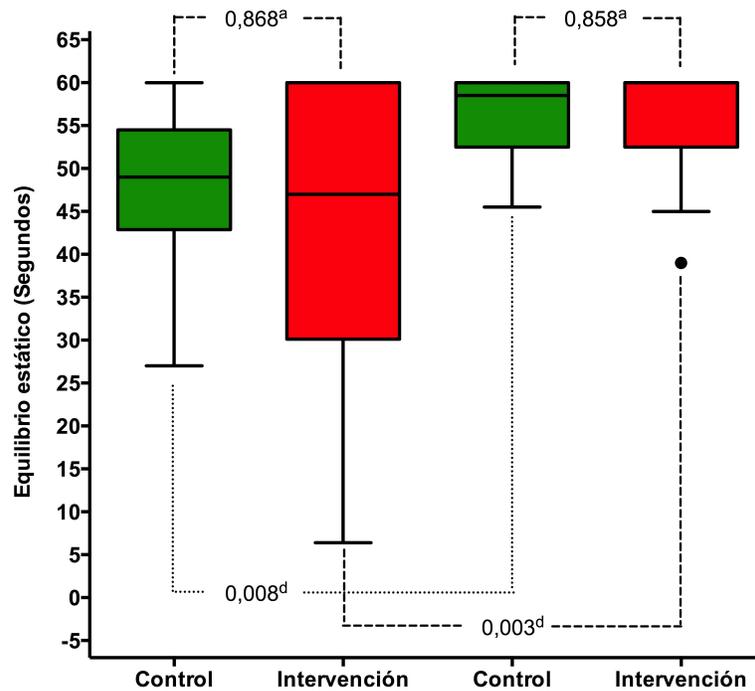
**Grafico 6** Test juntar las manos por detrás de la espalda

En el test *Juntar las manos por detrás de la espalda* no se encuentran diferencias significativas entre los grupos luego de comparar los resultados.



**Grafico 7** Test Levantarse, caminar y volver a sentarse

*En el test levantarse, caminar y volver a sentarse, se observa una diferencia significativa de (0,003<sup>c</sup>) entre el grupo de intervención con relación al tiempo, encontrando disminución del tiempo de la ejecución post aplicación. Por otro lado se observa que en cuanto al grupo control, este presenta también una diferencia significativa de (0,001<sup>c</sup>) con relación al tiempo de ejecución*



**Grafico 8** Test Equilibrio estático

En el *test equilibrio estático*, se evidencia que no existen diferencias significativas entre el grupo control y el grupo intervenido post intervención, pero si hay diferencia significativa entre el grupo intervenido pre y post intervención de (0,003<sup>d</sup>), evidenciando una mejora en el tiempo.

## CONCLUSIONES

Los resultados revelan mejoras significativas en los test de: *sentarse y levantarse, flexión de codo, levantarse, caminar y volver a sentarse y en el de equilibrio estático*, confirmando que un programa ordenado, planificado y estructurado de doce semanas, en donde se articulan múltiples componentes, genera mayores beneficios en algunos de los factores que favorecen la autonomía funcional del adulto mayor. Por otro lado en el mismo periodo de tiempo de intervención no se observaron cambios significativos en los test aplicados en el grupo control, teniendo en cuenta que este grupo se mantuvo en las actividades propuestas en el programa Plan activa tu vida.

De igual forma se determina la importancia de generar actividades específicas orientadas a la flexibilidad en general, ya que no se evidenciaron cambios significativos en los datos obtenidos pre y post intervención en ninguno de los dos grupos.

Se hace evidente la necesidad de implementar una valoración de la condición físicas del adulto mayor en el programa Plan activa tu vida, con la cual se pueda controlar periódicamente a la población participante del mismo, esto con el fin de mostrar los avances de su condición física generados por el programa.

## Bibliografía

Berzal, E. R. (2015). Efectos del entrenamiento de la fuerza funcional en las personas mayores. *Apunts Med Sport*.

Cabello, G. . (2012). Envejecimiento y Composición Corporal: La Obesidad Sarcopénica en España. *27*, 22-30.

Carbonell, A. (2009). Efectos del envejecimiento en las capacidades físicas: implicaciones en las recomendaciones del ejercicio físico en personas mayores. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, *5*, 1-18.

Carrillo, R. E. (2011). Fragilidad y Sarcopenia. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, *13*.

Casajus, J. A. (2011). *Ejercicio Físico y Salud en Poblaciones Especiales*. Exernet. Madrid: Consejo Superior de Deportes.

Chavez, D. (2015). Sarcopenia y Funcionalidad en el adulto mayor hospitalizado. *Nutrición Hospitalaria*, *1661*.

Chong, A. (2012). Aspectos biopsicosociales que inciden en la salud del adulto mayor. *Revista Cubana de Medicina Integral General*, *28*, 81.

Coelho, M. (Diciembre de 2014). Efectos de un programa de entrenamiento concurrente sobre la fuerza muscular, flexibilidad y autonomía funcional de mujeres mayores. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, *15*, 13-24.

Cuervo, G. E. (2013). Programa de la rehabilitación funcional del adulto mayor. *Revista Médica del IMSS*, *562*.

Fhon, J. R. (Septiembre de 2012). Caídas en el adulto mayor y su relación con la capacidad funcional. *Latino - Americana de Enfermería*, *1-9*.

Herrero A, I. (2012). Ejercicio Físico como Intervención Eficaz en el Anciano Frágil. *An. Sist. Sanit. Navarra*, *35*, 69-85.

Herrero, C. (2012). Ejercicio Físico como Intervención Eficaz en el Anciano Frágil. *An. Sist. Sanit. Navar*, *35*, 69-85.

Izquierdo, m. (2014). Ejercicio Físico en el Anciano Frágil: Una Menor Eficacia de Prevenir la Dependencia. *Revista Kronos*.

Izquierdo, M. (2014). *Ejercicio físico es salud. Prevención y tratamiento de enfermedades mediante la prescripción del ejercicio*. Exercycle S.L.

Judicatura, C. S. (2010). *Constitución Política de Colombia 1991, Actualizada con los Actos legislativos hasta 2010*. Bogotá.

Landinez Parra, N. S. (2012). Proceso de Envejecimiento, Ejercicio y Fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*, *562-580*.

Lopez, J. (2015). Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y funcionalidad en adultos mayores. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, *31-38*.

Lopez, J. (2015). Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y la funcionalidad en adultos mayores. *Revista Facultas Nacional de Salud Pública*, *32*.

Mata, O. (2013). Entrenamiento de la Fuerza y Sarcopenia. Evidencias Actuales. *Journal of Sport & Health Research*, *8*.

MinSalud. (Diciembre de 2014). Política Colombiana de Envejecimiento Humano y Vejez 2014-2024. 1-36.

MinSalud, M. d. (2013). *Envejecimiento demográfico. Colombia 1951 - 2020. Dinámica demográfica y estructuras poblacionales*. Ministerio de Salud y Protección Social, Bogotá.

OMS. (2010). Recomendaciones Mundiales Sobre Actividad Física para la Salud. *Publicaciones de la OMS (Organización Mundial de la Salud)*.

OMS. (Abril de 2012). *Organización Mundial para la Salud*. Recuperado el 27 de Julio de 2015

OMS, O. M. (2015 de 2015). *Envejecimiento y Salud*. (OMS, Ed.) Recuperado el 18 de 12 de 2015, de [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es/)

Padilla, C. (2014). Beneficios del entrenamiento de la fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 29, 979-988.

Poblete, F. (2015). Funcionalidad, Fuerza y Calidad de Vida en los Adultos Mayores Activos de Valdivia. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 46.

Quijano, C. (2015). Algunas causales relacionadas con caídas en el hogar del adulto mayor. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 35.

Ramirez, J. F. (2016). Efecto de los movimientos explosivos y de impacto aplicados en piscina sobre la composición corporal, la fuerza y la densidad mineral ósea de mujeres mayores de 60 años. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 68-74.

Rexach, J. S. (2006). Consecuencias Clínicas de la Sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 56-50.

Salazar Pachon, J. D. (2014). Revisión sistemática sobre el impacto de la actividad física en los trastornos de la marcha en el adulto mayor. *Apuntes: Educación Física i Esports*, 30.

Salech, F. (06 de 2012). Cambios Fisiológicos Asociados al Envejecimiento. *Medica Clinica las Condes*, 23, 19-29.

Salgado, J. J. (17 de 09 de 2014). Guía básica de detección del sedentarismo y recomendaciones de actividad física en atención primaria. *Atención primaria*, 176.

Silva, P. (2015). Envejecimiento y género: Funcionalidad y percepción del cuerpo de mujeres de edad avanzada ante un programa de ejercicio físico. *Journal of Sport & Health Research*, 7.

Sotomayor, E. M. (2010). Efectos de dos programas de entrenamiento sobre la aptitud física metabólica en adultos mayores. *Revista Hacia la promoción de la salud*, 45-63.

Tejero, Q. . (2011). Fractura de Cadera en Adultos Mayores: Prevalencia y Costos en Dos Hospitales. Tabasco México 2009. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28, 440-445.

Triana, M. H. (2014). Envejecimiento. *Revista Cubana de Salud Pública*, 40, 364.

Uribe, A. G. (2013). *Plan Decenal de Salud Pública*. Ministerio de Salud y Protección Social.

Urzua, A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Terapia Psicológica*, 61-71.

Vale, R. G. (2014). Efectos del entrenamiento de fuerza sobre los niveles IGF-1 y autonomía funcional de adultos mayores. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 35-42.

Velasquez, V. (2011). Tejido de significados en la adversidad: Discapacidad, Pobreza y Vejez. *Hacia la Promocion de la Salud*, 16, 124.

Vidarte, J. A. (2012). Efectos del ejercicio fisico en la condicion fisica funcional y la estabilifad en adultos mayores. *Revista Hacia la Promocion de la Salud*, 17, 79-90.

Vilches Avaca, C. (2015). Intervenciones con actividad fisica asociada a la salud para el adulto mayor. *Ciencias de la Actividad Fisica UCM*, 16, 88.

Villada, J. F. (02 de 2013). Promociaon de la salud y prevencion de la enfermedad en el adulto mayor desde una perspectiva investigadora. *HALLAZGOS*, 20, 109-122.

Villada, J. F. (2013). Revision sistematica sobre la importancia de la actividad fisica para la prevencion y el tratamiento de la osteoporosis. *iMedpub Journals*, 9(1:3), 5.