

## Capítulo I

### Introducción

En las últimas décadas la población de adultos mayores ha tenido un crecimiento significativo. Este es un fenómeno mundial que es evidente también en México; en el año 2000, siete por ciento de la población era mayor de 60 años y con una tasa de crecimiento continuo actual del 3.8%, se estima que en el 2050 la población de adultos mayores será seis veces más que en el año 2000 (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2002). Este fenómeno es el resultado de muchos factores, principalmente el incremento en la expectativa de vida (Bonen & Shaw, 1995; Caspersen & Merritt, 1995), pero desafortunadamente esto no significa que los adultos mayores vivan mejor.

El incremento global en la población de adultos mayores generará nuevas demandas tanto para el sistema de salud (World Health Organization, 2002) como para sus familias. El envejecimiento es un proceso complejo; sociedad y familias no están listas para enfrentarlo, frecuentemente los adultos mayores pierden su independencia económica, social y física y se vuelven dependientes de la familia y del sistema de salud (WHO, 2002). En consecuencia, pocos disfrutan la vida plenamente.

El envejecimiento es un periodo de la vida que depende del proceso regulador, del gasto orgánico y de la exigencia funcional (G. Garza, 2006; comunicación personal, 17 de julio de 2006). Este concepto refiere al envejecimiento como un fenómeno complejo en el que se integran tanto aspectos internos a la persona como experiencias sociales y culturales. El fenómeno entonces, hace referencia a los procesos metabólicos, a los años de vida y al desempeño físico que el individuo experimenta a lo largo de su vida. Usualmente, este periodo ha sido considerado un proceso en el cual la función humana decrece, el deterioro más importante es en su funcionalidad, y en consecuencia, en la realización de actividades de la vida diaria e independencia (Netz, Ayalon, Dunsky & Alexander, 2004).

El estado funcional predice muchos de los resultados en los adultos mayores entre los cuales están incluidos la mortalidad general, mortalidad en pacientes hospitalizados y recuperación de enfermedades agudas (Brouwer, Musselman & Culham, 2004, Fontana, Estany, Pujol, Segarra & Jordan, 2002). En México, 40.7% de la población mayor de 60 años presenta algún grado de discapacidad y 3.3% de ellos presentan discapacidad total (Gutiérrez, 2004), discapacidad que genera dependencia. Para el sistema de salud, la dependencia funcional en adultos mayores representa gastos significativos en todos los servicios de salud (Fried, Bradley, Williams & Tinetti, 2001). Así, la pérdida de la funcionalidad física de los adultos mayores adquiere mayor importancia clínica al estar relacionada con la utilización excesiva de los servicios de salud, uso de servicios de asilos y agotamiento de las familias (Avlund, Vass & Hendriksen, 2003). Por estas razones, la preservación de la funcionalidad en los adultos mayores es una prioridad para los sistemas de salud de México y el mundo (Organización Panamericana de la Salud, 2003)

Enfermería como disciplina práctica busca soluciones útiles para el ser humano y para la sociedad, por ello resulta indispensable proponer alternativas que se enfoquen no sólo en el tratamiento de la pérdida de la funcionalidad sino también en la preservación de esta. El mayor obstáculo para preservar la independencia física o mejorarla es su naturaleza multifactorial en la que se incluyen factores fisiológicos, psicológicos y sociales (Stuck et al., 1999).

Los cambios fisiológicos dependientes de la edad que explican la deficiente síntesis de proteína (Roubenoff, 2003) dan origen a los dos principales factores fisiológicos documentados de la pérdida de la funcionalidad: la sarcopenia y la pérdida de la fuerza muscular. La sarcopenia, reducción de la masa y fuerza muscular, está asociada con el decremento en el [resting] gasto de energía y la oxidación de grasa corporal, así como en la reducción de la actividad física (Hunter, Weinsie & Gower, 2001, Poehlman, Coth & Fonong, 1995)

En contraparte, el espacio de movilidad vital, la capacidad de la persona para desplazarse con un propósito en su propio ambiente (Parker, Baker & Allman, 2002), puede considerarse la expresión social de la funcionalidad. Es a través del espacio de movilidad vital a partir del cual los adultos mayores construyen relaciones sociales y se expresan psicosocialmente en el contexto de su ambiente.

La actividad física ha sido reportada como benéfica tanto en la prevención de la discapacidad como en el mejoramiento de la funcionalidad (Gill et al., 2003, OPS, 2003). Los programas de intervención han sido diseñados para mejorar o mantener la actividad física y el ejercicio en el adulto mayor, para mejorar la fuerza muscular, la capacidad aeróbica y la agilidad, principalmente al caminar (Keysor, 2003). De estos programas se destaca principalmente el ejercicio de resistencia muscular ya que está relacionado con el aumento de la fuerza muscular (Hunter, McCarthy & Bamman, 2004). La fuerza muscular a su vez, se relaciona con la conservación de la autonomía, aumento en la realización de las actividades espontáneas y el mejoramiento de la realización de actividades aeróbicas en el adulto mayor, lo que representa definitivamente una mejor funcionalidad física e independencia.

En la experiencia personal de la autora y en investigaciones previas de tipo cualitativo se ha encontrado que los adultos mayores valoran en gran medida su autonomía e independencia (comunicación personal, 2003). Sin embargo, pese al alto valor de la autonomía e independencia, la práctica de ejercicio y actividad física es limitada en este grupo de edad. Resnick y Nigg (2003) reportan que pese a todos los beneficios del ejercicio, sólo del 10 al 30% de los adultos mayores realizan ejercicio en los Estados Unidos. Cincuenta por ciento de los adultos mayores que son físicamente inactivos no tienen ninguna intención de empezar un programa de actividad física (Resnik, Palmer, Jenkins & Spellbring, 2000).

Entre los principales factores que están relacionados con la práctica de ejercicio se encuentran factores socioculturales como la edad, género y nivel educativo (Hagger,

Chatzisarantis & Biddle, 2002; Hernández et al , 2003; Walcott-McQuigg & Prochaska, 2001), y además factores cognitivos como motivación (Kolt, Driver & Giles, 2004), expectativas (Resnik et al , 2000), autoeficacia (McAuley, Jerome, Marquez & Elavsky, 2003), creencias de control percibido, creencias de la conducta y normas percibidas y actitud (Conn, Tripp - Reimer & Maas, 2003). Muchos de estos conceptos son derivados de las teorías sociocognitiva, de acción razonada y de la conducta planeada.

Aun cuando desafortunadamente no existen datos publicados respecto a este tema en México, existen reportes que pueden ser aplicados a la realidad mexicana. La Organización Mundial de la Salud (2002) reporta que de acuerdo a los datos obtenidos de 24 países, la mitad de la población es inactiva, principalmente los mayores de 60 años.

Así, pese a que se reconoce la importancia de la funcionalidad física y se conoce el efecto del ejercicio sobre la fuerza muscular, éste es sólo un aspecto de la funcionalidad física. Existe un vacío de conocimiento sobre el efecto del ejercicio en otros aspectos no fisiológicos de la funcionalidad como la fuerza muscular percibida y el espacio de movilidad vital, por lo que resulta imperante construir y probar un modelo de intervención que integre, factores fisiológicos, socioculturales y cognitivos al fenómeno de la funcionalidad física del adulto mayor.

El modelo de enfermería de Adaptación de Roy (Roy & Andrews, 1999) con la perspectiva de ser humano como sistema integrado que funciona como una unidad para un propósito fue la guía para responder a esta necesidad disciplinar. A partir del Modelo de Roy se construyó un modelo que extiende el conocimiento de la funcionalidad, integrando al aspecto fisiológico de la funcionalidad, el concepto de espacio de movilidad vital y un componente sociocognitivo de la conducta como la actitud hacia el ejercicio. La efectividad del modelo propuesto, agregará credibilidad al modelo de adaptación de Roy y podrá proponerse que la teoría de rango medio valorada a través del efecto sobre la funcionalidad física que las variables seleccionadas tengan del adulto

mayor. Con ello, en un futuro, se podrá validar en la práctica y responder así a la necesidad de mantener la funcionalidad física de este grupo de población creciente. Una aportación adicional para la enfermería mexicana, es la adecuación y validez de los instrumentos de investigación que fueron utilizados en el presente estudio. Los instrumentos validados permitieron asegurar la confiabilidad interna de la investigación.

Por las razones antes expuestas, el presente estudio se enfocó en responder cuál es el efecto de un programa de resistencia muscular en la funcionalidad física en sus modos fisiológico, de autoconcepto e interdependencia del adulto mayor.

### *Marco Teórico*

Como se señaló anteriormente, la teoría que guió el presente proyecto fue el Modelo de Adaptación de Roy (MAR, Roy & Andrews, 1999). Este es un modelo predictivo que se consideró pertinente para guiar el fenómeno de la funcionalidad del adulto mayor ya que visualiza los sistemas adaptativos humanos como sistemas que funcionan para un propósito específico actuando en unidad. Ese propósito específico puede ser la conservación de la funcionalidad. El MAR permitió integrar los hallazgos previos de la investigación para desarrollar una intervención para la preservación de la funcionalidad.

#### *Modelo de adaptación de Roy: Generalidades*

En el Modelo de Adaptación de Roy (MAR, Roy & Andrews, 1999), las personas son descritas como seres biopsicosociales en adaptación continua que tienen la capacidad para adaptarse y crear cambios en el ambiente para lo que funcionan como un sistema integrado con partes interdependientes. Para Roy, el ambiente es entendido como el mundo dentro y alrededor de los sistemas adaptativos e incluyen todas las condiciones, circunstancias e influencias que rodean y afectan el desarrollo y la conducta de los seres humanos como seres adaptativos. Así, un adulto mayor es un ser en

adaptación y puede crear cambios en su ambiente.

Como un sistema, el adulto mayor tiene entradas que provienen del ambiente interno o externo llamadas estímulos, mecanismos de enfrentamiento que actúan para mantener íntegros los procesos de vida y salidas representadas por las conductas o modos de respuesta. El estímulo ha sido identificado como aquel que provoca una respuesta. Un estímulo puede ser externo, cuando proviene del ambiente; o interno, cuando ha sido originado en el ambiente interno. El estímulo también puede ser focal, contextual o residual.

Un estímulo focal es el más cercano a la conciencia de una persona. Los estímulos contextuales son todos aquellos estímulos presentes en la situación que contribuyen al efecto del estímulo focal. Estímulos residuales son los factores ambientales dentro y fuera de los sistemas humanos cuyos efectos no son claros en la situación presente.

Las conductas son acciones y reacciones bajo circunstancias específicas. Las conductas pueden ser observadas en cuatro categorías o modos adaptativos: fisiológico, auto – concepto, función de rol e interdependencia. Las conductas en el modo fisiológico son la manifestación de las actividades fisiológicas, es decir, la persona responde como un ser físico. Las conductas en el modo de autoconcepto son las sensaciones en a) el yo físico que incluyen la sensación corporal e imagen corporal, b) el yo personal, compuesto de autoconsistencia y yo ideal, y c) el yo moral, ético y espiritual. El modo de interdependencia se enfoca en las relaciones de los individuos, así como el propósito de estas relaciones, su estructura y desarrollo.

De acuerdo con Roy (1999), enfermería es una profesión que, a través de conocimiento especializado, contribuye a resolver las necesidades de salud y bienestar de los individuos. Para resolver estas necesidades, la enfermera se enfoca en los procesos y patrones de la vida humana y enfatiza la promoción de la adaptación en cada uno de sus cuatro modos. Cuando la enfermera interviene, promueve la adaptación

cambiando los estímulos o fortaleciendo los modos adaptativos

En el presente estudio se consideró la funcionalidad física como la conducta o respuesta adaptativa del ser humano en tres de sus modos: fisiológico, autoconcepto e interdependencia. Como respuesta en el modo fisiológico, la funcionalidad física en el adulto mayor se identificó por los cambios en la fuerza muscular y la capacidad de caminata. La fuerza muscular percibida se identificó como parte del yo físico a través de la percepción de la capacidad corporal para realizar actividades de la vida diaria por lo que pertenece al modo de autoconcepto. Las relaciones que los adultos mayores realizan con otros individuos están determinadas por la estructura o los espacios en los que éstos se desenvuelven, por lo que el espacio de movilidad vital se consideró dentro del modo de interdependencia. El razonamiento subyacente fue que al fortalecer el modo fisiológico de la funcionalidad física, los modos de autoconcepto e interdependencia pueden ser fortalecidos simultáneamente.

Cuando la funcionalidad física en el adulto mayor se ve amenazada, es posible identificar, de acuerdo al MAR, los estímulos contextuales que intervienen en el proceso. La sarcopenia fue considerada un estímulo contextual que interfiere en la funcionalidad del adulto mayor. La actitud hacia el ejercicio puede verse como estímulo contextual ya que contribuye al involucramiento en programas de ejercicio y así a la funcionalidad. El hecho de ser adulto mayor fue considerado el estímulo focal para el fenómeno de la funcionalidad física por ser el que está más cercano en la conciencia de la persona.

### *Revisión de Literatura*

La revisión de la literatura se enfocó a los conceptos identificados en el fenómeno. Primeramente se realizó una exploración de lo que la literatura reporta alrededor de la funcionalidad física en general y posteriormente en cada una de sus expresiones: fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y

espacio de movilidad vital. Se reporta además, lo revisado de la actitud hacia el ejercicio para finalmente describir lo que hasta el momento se reporta sobre el ejercicio, particularmente sobre el ejercicio de resistencia muscular en los adultos mayores.

### *Funcionalidad física*

Un factor crítico en la habilidad del adulto mayor para funcionar independientemente es la funcionalidad física, o la capacidad para moverse sin asistencia. Los adultos mayores quienes pierden la movilidad tienen más probabilidad de ser internados en un asilo, tienen más altos índices de hospitalización y muerte y tienen peor calidad de vida (Fried et al , 2001). Con evidencia clasificada como fuerte, es decir un valor de  $p$  menor a 05 o intervalo de confianza reportado de 95% y  $OR$  que no incluyera el valor uno, en una revisión integrativa (Stuck et al , 1999) se demuestra que entre los factores que incrementan el riesgo para el declive en el estado funcional de los adultos mayores se encuentran el bajo y alto índice de masa corporal, limitación funcional de miembros inferiores, baja frecuencia de contactos sociales, pobre autopercepción de salud y bajo nivel de actividad física.

Diversos indicadores han sido desarrollados para medir la funcionalidad física de los adultos mayores. Entre estos se encuentran la habilidad para pararse y sentarse, la fuerza muscular (principalmente de miembros inferiores), balance y capacidad de caminata, todos ellos relacionados con la capacidad para realizar actividades de la vida diaria. La habilidad para pararse y sentarse es considerada una de las mediciones más importantes de la funcionalidad física, el balance, la fuerza de las piernas, el incremento y decremento del índice de masa corporal, bajo nivel de actividad física, pobre percepción de salud y fuerza muscular han sido determinantes ( $U= 30.88, p < 05$ ) en la habilidad de pararse de una silla o hacer otras actividades de la vida diaria como caminar o subir las escaleras (Corrêa, Domingues & Ramos, 2003, Hrudá, Hicks & McCartney,



2003, Kawamoto, Yoshida & Oka, 2004; Keysor, 2003)

Sin embargo, todos estos indicadores no reflejan un concepto integral de la funcionalidad física en los adultos mayores. Pese a que otros factores no físicos han sido reconocidos como la pobre percepción de salud o la baja frecuencia de contactos sociales, éstos no han sido incluidos en el fenómeno de la funcionalidad física. De acuerdo con el concepto de persona de Roy (1999), un individuo es un ser integral, entonces, es pertinente considerar no sólo el aspecto fisiológico de la funcionalidad física, sino además otros aspectos tales como fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital como parte de un concepto integral que pueda brindar una perspectiva más amplia de este fenómeno.

#### *Fuerza muscular*

Es aún controversial si la práctica del ejercicio puede disminuir la sarcopenia. Los hallazgos muestran resultados parciales en la reversión del declive de la masa muscular (Hunter et al., 2004), sin embargo, se ha demostrado que el ejercicio es favorable para evitar el declive de la fuerza muscular en programas de resistencia muscular ( $F_{(8,1424)} = 7.44, p < .05$ , Rhea et al., 2003) y programas combinados de resistencia muscular con flexibilidad y/o suplemento nutricional ( $p < .05$ ; Hunter et al., 2004).

La fuerza muscular es muy importante en el adulto mayor; ésta se relaciona con la funcionalidad física porque es el principal componente en la capacidad de caminata ( $p < .001$ ) y la capacidad para levantar peso ( $p < .05$ ) que a su vez son determinantes en la habilidad para subir escaleras, realizar las tareas del hogar, salir de compras, visitar familiares y amigos y otras tareas funcionales (Miszko et al., 2003; Seguin & Nelson, 2003; Vreede, Samson, Meeteren, Duursma & Verhaar, 2005). Sin embargo, la pérdida de la fuerza muscular es probablemente el déficit funcional más importante asociado a la sarcopenia. La capacidad muscular para contraerse efectivamente y

generar fuerza se reduce en la quinta o sexta década de la vida. Esta reducción de la fuerza es más evidente en los músculos de las piernas (DeVito, Morgan, Duque, Abdel-Moty & Virnig, 2003, Hunter et al., 2004).

Por otro lado, gran parte de la reducción de la fuerza no depende sólo de la sarcopenia; Hunter et al. (2004) sugieren que la reducción de la fuerza y función muscular en la edad avanzada está mediada por el decremento en la actividad física. Con esta situación se genera un círculo vicioso en el cual la pérdida de fuerza muscular se exagera y la participación en la actividad física empeora.

El ejercicio de resistencia ha mostrado efecto en un rango amplio de 17 a 257% de incremento de fuerza muscular en los adultos (Doherty et al., 2002; Fielding et al., 2002, Hunter et al., 2001; Hunter et al., 2004; Jubrias, Esselman, Price, Cress & Conley, 2001, Kalapotharakos, et al., 2004, O'Hara, Khan, Pohlman & Schlub, 2004, Topp, Mikesky, Dayhoff & Holt, 1996; Vreede et al., 2005, Vincent et al., 2002). Los músculos involucrados han sido diferentes de acuerdo a los objetivos de investigación, cuando éstos se enfocan en extremidades inferiores, los músculos intervenidos son aquellos involucrados en la función de caminar como cuádriceps, sóleo y gemelos, glúteo máximo, gastrocnemio y tibial anterior

Doherty et al. (2002) compararon la fuerza entre programas de ejercicio aeróbico, de resistencia y combinado en 46 adultos mayores. El grupo que ejercitó con resistencia muscular incrementó significativamente su fuerza ( $p < .05$ ) y a través de la prueba de Wilcoxon se determinó que este grupo mejoró significativamente la fuerza muscular a partir de la octava semana ( $p < .05$ ). Los autores concluyeron que los individuos que se involucran en un programa de ejercicio pueden mantener o mejorar el nivel de fuerza que sea funcionalmente relevante.

Fielding et al. (2002) condujeron un ensayo controlado aleatorizado para estudiar el efecto de 16 semanas de entrenamiento de ejercicio de resistencia muscular en la fuerza de 30 mujeres adultas mayores con alta y baja velocidad de movimiento.

Los resultados mostraron un incremento similar en la fuerza de presión de pierna y extensión de rodilla en ambos grupos ( $p > .05$ ). Sin embargo, se demostró que en ambos el incremento de la fuerza fue resultado del entrenamiento ( $p < .001$ ). Los autores concluyeron que el incremento en la fuerza de extremidades inferiores puede aumentar la influencia en la reducción de los problemas de funcionamiento asociados a la edad

Hunter et al (2001) compararon los efectos del entrenamiento de resistencia muscular de alta intensidad (80% 1RM) versus intensidad variada (50%, 65% y 80% 1RM) en 28 adultos mayores con un grupo control de ocho personas. Los resultados mostraron que tanto el grupo de alta intensidad como el de variada intensidad incrementaron significativamente la fuerza ( $p < .05$ ). Sin embargo, pese a ello, los autores sugieren que el entrenamiento de intensidad variable puede ser mejor que el de alta intensidad para la activación muscular necesaria para levantar objeto en los adultos mayores.

Kalapotharakos et al (2004) investigaron los efectos de un programa de resistencia muscular de 12 semanas de duración en la fuerza y masa muscular de adultos mayores sedentarios. Los 33 participantes fueron aleatoriamente asignados a grupo de alta intensidad, moderada intensidad o grupo control. Después del periodo de entrenamiento, tanto los participantes del grupo de alta como el de moderada intensidad incrementaron significativamente la fuerza muscular en cada uno de los músculos ejercitados ( $p < .001$ ), pero en comparación, el grupo de alta intensidad tuvo mayores incrementos en la fuerza y en la masa muscular ( $p < .001$ ).

Topp et al (1996) examinaron los efectos de un programa de resistencia muscular de 14 semanas de duración en la fuerza de tobillo, control postural y velocidad de marcha de adultos mayores. Con una muestra final de 32 participantes en el grupo de entrenamiento y 21 en el grupo control, los autores encontraron que el grupo de entrenamiento mejoró significativamente la fuerza del tobillo ( $F= 22.8$ ,

$p < .01$ ) El incremento de la fuerza varió de 12 a 16%.

Vincent et al (2002) examinaron el efecto de seis meses de entrenamiento de resistencia muscular a baja (50% 1RM) o alta intensidad (80% 1RM) en la fuerza muscular de 62 adultos mayores. La fuerza muscular aumentó significativamente para los ocho ejercicios probados para ambos grupos ( $p < .05$ ). El incremento total de la fuerza muscular fue de 17.2% en el grupo de baja intensidad y de 17.8% en el de alta intensidad. El incremento de la fuerza en el ejercicio de presión de pierna fue de 79.2% en el grupo de baja intensidad y de 105% en el de alta intensidad.

Vreede et al (2005) en un ensayo controlado aleatorizado, compararon los efectos de un programa de resistencia muscular versus un programa de ejercicio de tareas funcionales en la funcionalidad de 98 mujeres adultas mayores. Los resultados mostraron que aunque el grupo de tareas funcionales obtuvo significativamente mejores puntajes en la realización de tareas de la vida diaria ( $\bar{x} = 6.8$ ; 95% IC = 5.2 – 8.4), la fuerza muscular de rodilla y de presión de mano se incrementó significativamente en el grupo de resistencia muscular (12.5%, 95% IC = 3.8 – 21.3 y 8.6%, 95% IC = 3.1 – 14.1, respectivamente).

### *Fuerza muscular percibida*

La fuerza muscular percibida es la fuerza que una persona piensa que tiene. Usualmente, una persona mayor se percibe asimismo como débil y sin energía, esta percepción está directamente relacionada con la fuerza muscular real (Hunter et al., 2004). La fuerza muscular percibida ha sido estudiada como parte del autoconcepto físico en la práctica deportiva, el ejercicio y el acondicionamiento físico (Fox & Corbin, 1989, Marsh & Sonstroem, 1995). En estos estudios, la fuerza muscular percibida ha mostrado estar relacionada con estas prácticas ( $r = .32$ ;  $p < .05$  y  $r = .46$ ;  $p < .05$ , respectivamente). Aunque esta variable no ha sido ampliamente probada en estudios de intervención, sí ha sido referida como uno de los beneficios que los adultos

mayores perciben después de un programa de ejercicio de resistencia muscular (Topp et al., 1993)

La relación entre la fuerza muscular y la fuerza muscular percibida ha mostrado resultados contradictorios en adultos mayores; algunos estudios concluyen que cambios en variables psicológicas no dependen de cambios en variables fisiológicas como la fuerza (Myers-Hankey, Miotto, Beals & Chodzko-Zajko, 1996, Thompson et al., 1996). Sin embargo, lo que ha sido más claro es que la participación en un programa de ejercicio puede mejorar la autopercepción física de los adultos mayores ( $p < .05$ ; Stathi, Fox & McKenna, 2002) y de otras poblaciones ( $p < .05$ ; Grant, Todd, Aitchison, Kelly & Stoddart, 2004, Surakka, Aunola, Nordblad, Karppi & Alanen, 2003).

#### *Capacidad de caminata*

La capacidad de caminata es la forma más conocida de la funcionalidad física y refleja directamente la capacidad para desarrollar actividades de la vida diaria (Enright et al., 2003) La fuerza muscular de las piernas determina la capacidad de caminar libremente (Hunter et al., 2004)

La fuerza necesaria para realizar un movimiento físico es determinada por el tamaño y fuerza del músculo, articulación del tobillo y la velocidad de la acción muscular (Wilmor & Costill, 1999) Así, en la función de caminar se involucra no sólo el músculo sino también la flexibilidad y la velocidad de acción muscular Sin embargo, la flexibilidad puede incrementarse fácilmente con movimientos cotidianos simples (Salazar, 2001); entonces, el incremento de la fuerza muscular es apropiado.

Pocos estudios han probado el efecto del ejercicio de fuerza muscular sobre la caminata Ades, Ballor, Ashikaga, Utton y Sreekumaran (1996) mostraron un incremento en la capacidad de caminata con un tamaño de efecto del 38% (de  $25 \pm 4$  min a  $34 \pm 9$  min,  $p = .01$ ) La relación entre la participación al programa y el cambio en la fuerza de las piernas fue significativa ( $p = .01$ ) y a su vez esta se relacionó con la

capacidad de caminata ( $r= 0.48$ ,  $p= .02$ ) en una población de adultos mayores. En el mismo sentido, Topp et al. (1996) reportaron un pequeño incremento del 3.4% en la velocidad de caminata de adultos mayores y mencionaron que la fuerza de la pantorrilla fue un predictor importante del efecto ( $p < .05$ )

### *Espacio de movilidad vital*

Una nueva perspectiva de la funcionalidad física es el espacio de movilidad vital (Parker, Baker & Allman, 2002); aunque este no es un concepto nuevo, su uso en las áreas de funcionalidad y movilidad es reciente. Este concepto es apropiado en la funcionalidad física de los adultos mayores porque enfatiza su ambiente psicosocial y permite clarificar los cambios de movilidad en sus propios espacios. El espacio de movilidad vital se define como la extensión de movilidad desde el interior del hogar de una persona hasta más allá de su comunidad o área geográfica (Baker, Bodner & Allman, 2003)

El espacio de movilidad vital permite la realización de las actividades de la vida diaria (Figaro, Friedman & Jensen, 2003, Frank & Patla, 2003) como visitar a familiares, amigos, servicios de salud, ir de compras y salir por otras actividades por lo que es considerado un componente crítico de la funcionalidad física ( $p= .01$ ). Cuando a través del ejercicio, se rompe el ciclo de inactividad física – pérdida de fuerza muscular – decremento de independencia, se promueve la fuerza muscular y la participación en actividades físicas espontáneas (Hunter et al., 2004). Así, el espacio de movilidad vital puede verse afectado positivamente

Las restricciones en el espacio de movilidad vital afectan adversamente la calidad de vida de los adultos mayores ya que amenazan la vida independiente y la autonomía personal y además impacta negativamente tanto en su morbilidad como en su mortalidad ( $p < .05$ , Stalvey, Owsley, Sloane & Ball, 1999).

A pesar que las mediciones del espacio de movilidad vital en los adultos mayores

es reciente, algunos estudios han mostrado una relación entre los adultos mayores quienes son considerados frágiles y el limitado perímetro de desplazamiento que realizan en su espacio ( $p < .01$ , Frank & Patla, 2003) y otras actividades físicas autoreportadas ( $p = .02$ , Parker, Baker & Allan, 2002)

### *Actitud hacia el ejercicio*

La actitud hacia una conducta específica es una función de la estructura cognitiva de la creencia que abarca dos subcomponentes: las creencias individuales acerca de realizar esa conducta y la evaluación positiva o negativa de sus consecuencias (Hausenblas, Carron & Mack, 1997). Estudios recientes muestran una relación entre las creencias de la conducta y el ejercicio en los adultos mayores ([ $OR = 3.0$ , 95%  $CI = 1.6 - 5.5$ ] Chang, Leivelle, Cohen – Mansfield & Guralnik, 2003), mujeres mayores en particular ([ $p < .05$ ] Conn et al., 2003) y adultos jóvenes (Kerner, Grossman & Kurrant, 2001, Rosen, 2000) Una de estas creencias es que el ejercicio puede ser bueno para la salud, que una rutina de ejercicio es satisfactoria y otros beneficios psicológicos. Creencias negativas se han relacionadas con problemas de las articulaciones, falta de tiempo y fatiga (Chang et al., 2003, Conn et al., 2003)

Los beneficios físicos y psicológicos del incremento de la actividad física han sido ampliamente documentados entre adultos mayores saludables y con algunas enfermedades crónicas. Como ya se señaló anteriormente, pese a estos beneficios, muy pocos adultos mayores realizan ejercicio, los hombres tienen mayor probabilidad de ser activos a través del ejercicio que las mujeres, sin embargo, es más probable que las mujeres atiendan a los programas de ejercicios que los hombres (Conn, Burks, Minor & Mehr, 2003)

Modelos socio-cognitivos y teorías usadas para entender la conducta del ejercicio incluyen variables como autoeficacia, expectativas, intención, actitud, factores sociales, creencias, control percibido y estados de cambio. Schneider, Mercer,

Heming y Smith (2004) establecen que ninguna de estas variables se ha incluido para entender la participación en los programas actuales de ejercicio de resistencia muscular

### *Programas de ejercicio de resistencia muscular*

Los programas de intervención de ejercicio de resistencia muscular han variado en su duración de 9 a 30 semanas de entrenamiento con resultados positivos en incremento de la fuerza pero su rango de efecto ha variado desde 17 a 257% de incremento. Una moda en la duración del entrenamiento ha sido de 12 semanas (Bales & Ritchie, 2002, Hunter et al., 2004, Roubenoff, 2003) y la intervención más promisorias es la resistencia progresiva que ha reportado beneficios en el estado funcional, salud y calidad de vida de los adultos mayores (Bales & Ritchie, 2002, Hunter et al., 2004)

Específicamente al respecto de los efectos en este tipo de entrenamiento en adultos mayores, Hunter et al. (2004) concluyeron que el ejercicio de resistencia incrementa la masa y fuerza muscular y como resultado la capacidad de caminata. Además, reduce la dificultad para realizar actividades de la vida diaria y promueve la participación espontánea en otras actividades

Aun cuando no existe un acuerdo acerca de cuál es el mejor programa, algunos autores recomiendan cuidar de los aspectos individuales de los adultos mayores. Hunter et al. (2004) y Rhea, Alvar y Burket (2003) proveen algunas bases para guiar el diseño de programas de resistencia de los adultos mayores. La intensidad del peso levantado para proveer fuerza muscular debe ser aproximadamente del 60 al 80% de la repetición inicial máxima (1RM) con un volumen de dos a cuatro series y de 8 a 15 repeticiones por ejercicio. Cada grupo de músculos debe ejercitarse dos a tres días a la semana.

La dosis – respuesta para el desarrollo de fuerza ha mostrado diferentes efectos



entre personas que hacen ejercicio y personas sedentarias. Para personas sedentarias, 60% de 1RM, tres días por semana y empleando cuatro series por grupo muscular por cada sesión de ejercicio ha tenido la mayor magnitud de incremento de fuerza. El sexo y la edad no han mostrado diferencias significativas (Rhea et al., 2003)

Los principales ejercicios utilizados en intervenciones para incrementar la fuerza en general y la fuerza de miembros inferiores en adultos mayores han sido aquellos que también involucran los músculos que participan en la función de caminar. Dentro de las diferentes combinaciones probadas, los ejercicios más populares que han mostrado algún efecto son cuclillas (Ades et al., 1996, Topp et al., 1996;), flexión/extension de pierna (Fielding et al., 2002, Jette et al., 1999; Kalapotharakos et al., 2004, Vincent et al., 2002), levantamiento de pantorrilla y flexión/extension de tobillo (Topp et al., 1996), presión de pierna (Fielding et al., 2002, Hunter, et al., 2001, Jubrias et al., 2001, Vincent et al., 2002) y rotación de pierna (Ades et al., 1996, Kalapotharakos et al., 2004)

### *Síntesis*

En síntesis, es posible promover una mejor funcionalidad física en los adultos mayores a través de una intervención de enfermería usando la perspectiva del modelo de adaptación de Roy. De acuerdo con el modelo, una intervención debe enfocarse en la modificación del estímulo o en el fortalecimiento de los modos adaptativos. La literatura muestra resultados contradictorios en la reducción de la sarcopenia, sin embargo, existe evidencia que a través del ejercicio de resistencia muscular es posible incrementar la fuerza muscular del adulto mayor. Bajo la perspectiva de Roy, cuando un modo es fortalecido, otros modos son afectados por lo que, simultáneamente puede ser afectada la fuerza muscular percibida. A través de la fuerza muscular y fuerza muscular percibida es posible mejorar la capacidad de caminata y finalmente, el espacio de movilidad vital; y en general, de esta manera, fortalecer los modos

adaptativos de la funcionalidad física. En la figura 1 se esquematiza la relación propuesta de conceptos.

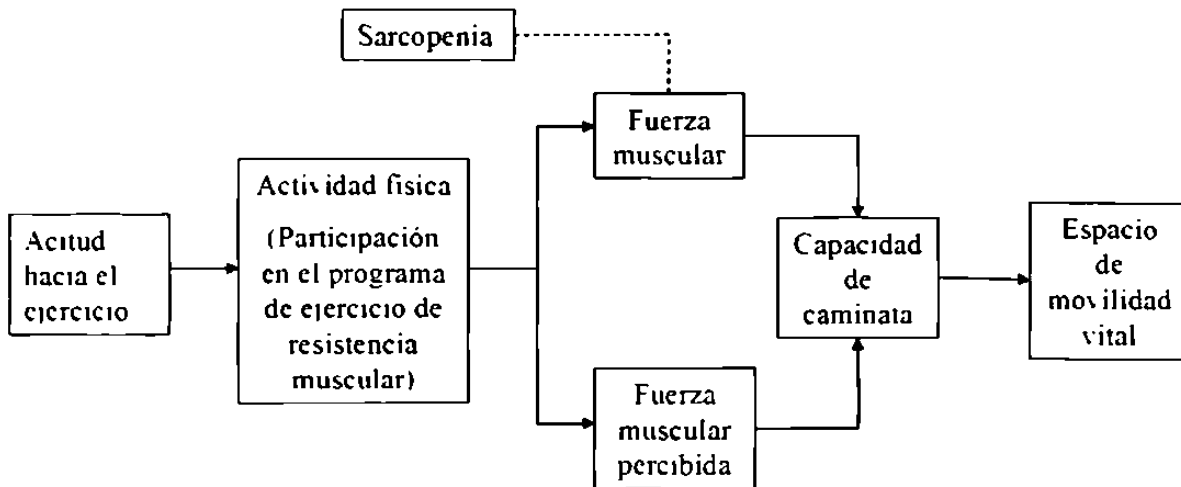


Figura 1. Esquema de relación de conceptos.

Bajo esta perspectiva, este estudio de intervención propone los siguientes objetivos

- 1) Valorar el efecto de un programa de ejercicio de resistencia muscular en los modos de la funcionalidad física (fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida, y espacio de movilidad vital).
- 2) Valorar el efecto de la fuerza muscular y fuerza muscular percibida en la capacidad de caminata
- 3) Valorar la capacidad de caminata como mediador entre fuerza muscular y fuerza muscular percibida y el espacio de movilidad vital
- 4) Valorar el efecto de la actitud hacia el ejercicio en la participación en el programa de ejercicio de resistencia muscular
- 5) Valorar la relación entre sarcopenia y fuerza muscular

### Definiciones

**Fuerza muscular.** Esta es la principal forma en la cual los adultos mayores

expresan su funcionalidad física en el modo fisiológico y fue definida como la capacidad de un grupo de músculos para contraerse y generar fuerza. Esta fue medida a través de la máxima fuerza concéntrica de los miembros inferiores usando el 1RM. El 1RM es definido como la carga máxima que puede ser movida en un tiempo a través del rango de movimiento completo (ROM) mientras la articulación mantiene la forma apropiada (McDonagh & Davis, 1984). En la medición de la 1RM se utilizaron siete ejercicios: cuclillas, flexión de pierna izquierda y derecha, presión de pierna izquierda y derecha y extensión de pierna izquierda y derecha.

*Fuerza muscular percibida.* Es la manifestación del modo de autoconcepto como parte del yo físico. Esta respuesta fue definida como la valoración del individuo acerca de su propia fuerza, operacionalizada a través de la escala Fuerza Muscular del Cuestionario de Auto-descripción Física (Marsh, Richards, Jonson, Roche & Tremayne, 1994).

*Capacidad de caminata.* Esta es otra forma en la cual los adultos mayores manifiestan la funcionalidad física en su modo fisiológico. La capacidad de caminata fue definida como la habilidad para desplazarse de los adultos mayores en forma segura en una distancia y a un tiempo determinado. Esta respuesta fue operacionalizada por la prueba "Go- turn-go" que mide número de pasos y tiempo de marcha en una distancia de 30 metros en dos ritmos: usual y rápido. La marcha rápida se consideró como la expresión de la capacidad de caminata. Adicionalmente, se registró el número de pasos que el adulto mayor realizó diariamente durante una semana completa, la suma de pasos registrados se dividió entre siete para estimar el número de pasos caminados en un día. Este fue medido con el podómetro electrónico Yamax-Digiwalker SW-701 ®.

*Espacio de movilidad vital.* Este representó la expresión del modo de interdependencia porque cada relación que adultos mayores establecen con otros está determinada por la estructura o espacio donde ellas se desarrollan. Esta estructura fue

definida como el área donde los adultos mayores interactúan con otros y con su ambiente con un propósito específico; define la expansión de movimiento desde dentro del hogar de la persona hasta los movimientos más allá de la región geográfica. Este constructo fue medido por las áreas en las cuales el adulto mayor se mueve en los últimos siete días, y fue operacionalizado a través de The Life Space Questionnaire A measure of the extent of mobility of older adults (Stalvey et al , 1999)

*Actitud hacia el ejercicio.* Representó el estímulo contextual de la funcionalidad física, este estímulo se refiere a las creencias de los adultos mayores hacia el ejercicio y la valoración de las consecuencias Este concepto fue medido a través de la Escala de Actitud Hacia el Ejercicio (Kerner & Grossman, 2001) y con la Escala Semántica Diferencial de Actitud Hacia el Ejercicio (Ajzen & Fishbein, 1980)

*Sarcopenia.* Es la pérdida de la masa muscular asociada al envejecimiento (Roubenoff, 2003) Sarcopenia represento otro estímulo contextual en la funcionalidad física Este estímulo se expresó a través del índice de masa músculo-esquelética (SMI = masa músculo-esquelética/masa corporal X 100). El nivel de corte para sarcopenia clase I fue considerado en el rango de SMI de 37% a 31% para hombres y de 28% a 22% para mujeres, sarcopenia clase II fue considerada a partir de SMI menor de 31% para hombres y menor de 22% para mujeres (Janssen, Heymsfield & Ross, 2002) La derivación teórico empírica de los conceptos seleccionados para el estudio se presentan en el anexo A

### *Hipotesis*

- 1 Los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostraran mayor incremento en su fuerza muscular que aquellos en el grupo control
- 2 Los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostraran mayor incremento de su fuerza muscular percibida que aquellos en el

grupo control

- 3 Los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento de su capacidad de caminata que aquellos en el grupo control
- 4 Los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostraran mayor incremento de su espacio de movilidad vital que aquellos en el grupo control
- 5 En el grupo de intervención, la mejora en la capacidad de caminata será determinada por la mejora en fuerza muscular y la mejora en la fuerza muscular percibida
- 6 En el grupo de intervencion, la mejora en el espacio de movilidad vital será determinada por la mejora en la fuerza muscular y la fuerza muscular percibida mediada por la capacidad de caminata
- 7 En el grupo de intervencion, la actitud hacia el ejercicio determinará la participacion en el programa de ejercicio de resistencia muscular
- 8 En el grupo de intervención, el índice de masa músculo-esquelético estará directamente asociado con la fuerza muscular en los adultos mayores.

*Pregunta de investigacion*

- 1 ¿Existe efecto de la actitud hacia el ejercicio sobre la fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital en el grupo control?

## Capítulo II

### Metodología

En este capítulo se describe la metodología seguida para el presente estudio. Primeramente se presenta el diseño y tratamiento, seguido de la población, muestreo, muestra, criterios de inclusión y exclusión, proceso de reclutamiento, lugar de la intervención y las consideraciones éticas que guiaron el estudio. Adicionalmente, se describen los instrumentos de medición y plan de recolección de datos. Finalmente se discute el plan de análisis de datos utilizado.

#### *Diseño*

Se propuso un diseño cuasi experimental con grupo experimental (de intervención) y grupo control con mediciones repetidas (Burns & Grove, 2001), el diseño y las mediciones se presentan en la tabla I. El grupo de intervención recibió un programa de resistencia muscular diseñado y ejecutado por enfermería con el apoyo de un profesional de organización deportiva, el grupo control recibió un tríptico de recomendaciones de ejercicio editado por la Comisión Nacional del Deporte (CONADE).

Tabla 1

*Diseño cuasi experimental con dos grupos y cuatro mediciones*

Grupo	Medición base	Tiempo					
		Semana 5	Semana 9	Semana 13			
Intervención	O1	X	O2	X	O3	X	O4
Control	O1	Z	O2	Z	O3	Z	O4

X- Tratamiento de intervención, Z- Tratamiento control

### *Tratamiento*

El tratamiento consistió en un programa de ejercicio de resistencia muscular de 12 semanas de duración usando bandas elásticas Thera-band ®. El programa se enfocó principalmente en miembros inferiores. Las variables resultado para medir el efecto de la intervención incluyeron aquellas que representan la funcionalidad física en los adultos mayores: fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital.

El programa se realizó tres días a la semana, una hora por cada sesión a una intensidad moderada. Una sesión consistió de cuatro series de seis ejercicios de resistencia isotónicas (cuclillas, flexión de pierna, presión de pierna, extensión de pierna, levantamiento de pantorrilla y flexión / extensión de tobillo) con 10 a 15 repeticiones a 40% (semana 1), 50% (semana 2) y 60% 1RM (semana 3 a 12). Hubo una semana previa de práctica donde los participantes realizaron tres sesiones sin o con muy poca resistencia para asegurar la propiedad de las técnicas de ejercicio y la habilidad para seguir instrucciones. La intervención se describe en detalle en el protocolo titulado “Nunca es demasiado tarde: Ejercicio para el adulto mayor” que fue diseñado por el investigador principal y un consejero experto en ejercicio (apéndice B). La estructura de las sesiones, cuidados de los participantes, así como los tiempos de ejercicio y descanso están basados en los lineamientos del Colegio Americano de Medicina del Deporte (Fletcher et al., 2001, Kraemer et al., 2002, Mazzeo et al., 1998; Pollock et al., 2000). Este protocolo fue también de utilidad en el periodo de entrenamiento de auxiliares de investigación.

La participación en el programa fue medida por la asistencia a las sesiones. Las variables de edad, sexo, enfermedades crónico-degenerativas presentes, índice de masa corporal y otros ejercicios serán consideradas como variables intervinientes. La presión arterial fue medida antes, durante y después de cada sesión para seguridad de los participantes.

### *Población, muestreo y muestra*

La población la constituyeron adultos mayores de 60 años quienes asisten a dos estancias para adultos mayores del Desarrollo Integral para la Familia (DIF) de Nuevo León. El tamaño de muestra fue de 22 participantes para el grupo de intervención y 19 para el grupo control. El tamaño de muestra se estimó a través del paquete estadístico nQuery Advisor 2.0 (Elashoff, 1995) para dos grupos de mediciones repetidas con cuatro niveles y 95% de confianza. Previendo un índice de deserción del 30% (Muñoz, 2001; Salazar, 2001), se mantuvo una potencia para la interacción tiempo por grupo del 92%. Los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo de intervención o al grupo control.

### *Criterios de inclusión y exclusión*

Se incluyeron adultos mayores inactivos de acuerdo al cuestionario de actividad física para los adultos mayores (Voorrips, Ravelli, Dongelmans, Deurenberg & Van Staveren, 1991). El indicador de inactividad física fue un puntaje por debajo de 9.4. Se excluyeron adultos mayores quienes tuvieron alguna contraindicación médica para hacer ejercicio, para lo que se utilizó como filtro el cuestionario de disposición para la actividad física (PAR-Q, Gledhill, 2002). De acuerdo al cuestionario y siguiendo los lineamientos actuales del Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, ACSM) y la Asociación Americana de Cardiología (American Heart Association, AHA), los sujetos estuvieron libres de enfermedades cardiovasculares, ortopédicas o neuromusculares y no usaron medicamentos que pudieran interferir con la seguridad y conducción del programa de entrenamiento como drogas hipotensoras y cardíacas (Fletcher et al., 2001). Otro criterio de exclusión fue discapacidad cognitiva valorada por el Minimental State Examination (MMSE, Blesa et al., 2001, Ostrosky, Lopez & Ardilla, 2000). También fueron excluidos aquellos quienes estuvieran participando en un programa



estructurado de ejercicio

### *Reclutamiento*

El reclutamiento se realizó a través de convocatoria directa en las estancias para los adultos mayores. Para ello, se realizaron pláticas de 5 minutos en la que el investigador principal invitó a participar a los adultos mayores. En la plática se hizo referencia a que la invitación era para participar en una investigación para probar un programa de ejercicio; los que aceptaron se consideraron participantes potenciales, de los cuales se seleccionaron a aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión y estuvieron libres de los criterios de exclusión.

### *Lugar de la intervención*

La intervención fue implementada en dos estancias de los adultos mayores de una institución de asistencia social de la comunidad para comodidad de los adultos mayores. Estas estancias cuentan con espacios adecuados para realizar ejercicio. El lugar fue descrito en el protocolo de intervención.

### *Consideraciones éticas*

Este estudio se apega a lo dispuesto por la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud (Secretaría de Salud, 1987). La propuesta fue aprobada por las comisiones de ética e investigación de la facultad de enfermería de la Universidad Autónoma de Nuevo León (artículo 14, fracción VII). Además, cada participante firmó su consentimiento informado (apéndice C) en el cual se especificó su participación, objetivo, duración, posibles riesgos y beneficios. Adicionalmente, el consentimiento explícito que el participante era libre de dejar la intervención en el momento que así lo decidiera (artículo 14, fracción V, artículo 20 y artículo 21, fracciones I, II, III, IV y VII).

Se protegió en todo momento la privacidad y anonimato de los participantes.

Este estudio fue considerado de bajo riesgo (artículo 17, fracción II); los participantes realizaron ejercicio de intensidad moderada, además el investigador principal y colaboradores estuvieron atentos a cualquier signo de riesgo para suspender la sesión o de ser necesario retirar al participante de la investigación (artículo 18).

A pesar que el ejercicio de resistencia muscular propuesto no implica riesgo para el sistema cardiovascular, se realizó un estricto seguimiento de los participantes durante las sesiones de acuerdo con la AHA y el ACSM (Balady et al., 1998; Fletcher et al., 2001; Mazzeo et al., 1998, Pollock et al., 2000), la presión arterial fue tomada antes, durante y después de cada sesión. Los criterios aplicados al respecto fueron los siguientes: los participantes quienes en la medición antes de la sesión tuvieran una lectura de presión arterial de 20 a 30 mmHg más alta en las cifras sistólica o diastólica de su presión arterial usual (tomada en reposo) no se les permitiría que realizaran ejercicio en esa sesión. Si durante la sesión, la presión arterial sistólica incrementaba de 20 a 30 mmHg con o sin otro signo de sobre ejercicio (mareo, náusea, dolor de pecho, o algún otro malestar en la parte superior del cuerpo como brazos o maxilares), se pediría al participante suspender la sesión y sería monitoreado cada 2 – 3 minutos hasta que se recuperara su presión arterial usual. La medición final sería monitoreada cada 2 – 3 minutos hasta que el participante recuperara su presión arterial usual y entonces el participante podía retirarse de la sesión. No se presentaron casos de incremento súbito de presión arterial y sólo en una ocasión una de las participantes se le impidió empezar la sesión por haber presentado cifras tensionales por arriba de lo habitual.

La intensidad del ejercicio se incrementó gradualmente de 40% a 60% 1RM de acuerdo con la valoración inicial de cada participante y usando como auxiliar la escala de esfuerzo percibido de Borg (RPE, Borg, 1998, apéndice D). Del nivel 15 al 17 en RPE es considerada como la zona de fortalecimiento (National Institute of Aging, [NIA], 2001), por lo que, si los participantes se auto-perciben en esta zona sin signo

alguno de esfuerzo, se permitirá que continúen con el ejercicio y/o podrá incrementarse la intensidad del ejercicio.

Si alguno de los participantes presentaba algún problema físico persistente se le pediría que se realizara una revisión médica y/o que terminara el programa. El investigador principal y/o el equipo de investigación fueron entrenados en RCP y procedimientos de emergencia; además estuvieron alertas a cualquier signo de sobre-esfuerzo como fatiga, náusea, dolor de pecho, o cualquier otro malestar en la parte superior del cuerpo como brazos o maxilares.

### *Mediciones e instrumentos*

*Variables de inclusión exclusión.* La inactividad física fue considerada como criterio de inclusión; mientras que contraindicación para hacer ejercicio, discapacidad cognitiva y participación en un programa estructurado de ejercicio fueron considerados como criterios de exclusión.

Como ya se señaló, la inactividad física fue valorada a través del cuestionario de actividad física para adultos mayores (Voorrips et al., 1991; apéndice E) Este instrumento valora las actividades físicas que realizan los adultos mayores. Las actividades incluyen las realizadas en el hogar, deporte y tiempo libre. Las actividades del hogar son valoradas por 10 ítems con respuesta de opción múltiple; el puntaje de actividades del hogar se obtiene a través de la función  $(Q1+Q2+ \dots +Q10)/10$  Las actividades deportivas y del tiempo libre son valoradas de acuerdo al tipo de actividad, horas a la semana y meses al año que son realizadas por el adulto mayor basadas en el gasto de energía.

La suma de las actividades del hogar, del deporte y del tiempo libre refleja la actividad física total. La confiabilidad test – retest del cuestionario fue de 0.89. La clasificación realizada a través de tertiles por los autores es recomendado como un método confiable para clasificar a los adultos mayores en categorías de alta (mayor a

16.5), media (de 9.4 a 16.5) y baja (menor a 9.4) actividad física. El punto de corte de 9.4 para valorar la inactividad física fue ya utilizado en otra intervención similar en población de adultos mayores (Kalapotharakos et al., 2004).

La contraindicación médica para realizar ejercicio fue valorada a través del cuestionario de disposición a la actividad física (PAR-Q; Gledhill, 2002; apéndice F) Este instrumento fue desarrollado originalmente por el ministerio de salud de la Columbia Británica y ahora ha sido revisado por el comité de consejeros expertos de la Sociedad Canadiense para la Fisiología del Ejercicio. Este instrumento ofrece una valoración inicial segura de candidatos para prescripción de ejercicio ya que identifica a los individuos de alto riesgo sin inhibir su participación en programas de ejercicio. Su validez ha sido probada en diferentes ocasiones con un 100% de sensibilidad y más de 80% de especificidad (Cardinal, Esters & Cardinal, 1996; Thomas, Reading & Shephard, 1992) y es recomendado actualmente por la AHA (Balady et al. 1998) para iniciar ejercicios de baja y moderada intensidad

El PAR-Q ha sido ampliamente usado en la práctica y en la investigación. Es un cuestionario de siete ítems que se enfoca principalmente sobre síntomas que pueden sugerir angina de pecho y también identifica problemas musculares. Si el participante responde "sí" a una o más preguntas, se le pide que consulte a su médico y no es considerado para participar. Su aplicación toma entre tres y cinco minutos aproximadamente.

La variable de discapacidad cognitiva fue valorada a través del Minimal State Examination (MMSE; Folstein, Folstein & McHugh, 1975, apéndice G) en su versión en español. Este instrumento es uno de los más frecuentemente usados en la práctica y en la investigación (Crum, Anthony, Basset & Folstein, 1993). Su uso ha sido validado en personas de habla hispana y los investigadores recomiendan su uso como una herramienta de gran valor (Blesa et al. 2001; Ostrosky, Lopez & Ardilla, 2000). Los participantes fueron excluidos si alcanzaron un puntaje menor a 23; sin

embargo, en analfabetas un rango de 17 a 20 también fue aceptado. Como ya se señaló, también fueron excluidos aquellos que se encontraron en un programa estructurado de ejercicio.

*VARIABLES PREDICTIVAS.* Actitud hacia el ejercicio, sarcopenia y participación en el programa de ejercicio son variables que jugaron un rol predictivo para variables resultado en las hipótesis.

Actitud hacia el ejercicio fue medido a través de la Escala de Actitud hacia el Ejercicio (Kerner & Grossman, 2001; apéndice H). Esta es una escala de 19 reactivos con una escala de respuesta tipo Likert de siete puntos que va desde fuertemente de acuerdo (7) a fuertemente en desacuerdo (1). El puntaje posible es de 0 a 133; donde a mayor puntaje significa una mejor actitud hacia el ejercicio. Esta escala fue desarrollada para medir la actitud hacia la conducta de ejercicio. Los autores han reportado un coeficiente alfa de Cronbach de .87 en población general.

Se realizó una medición adicional de la actitud hacia el ejercicio con la Escala Semántica Diferencial de Actitud Hacia el Ejercicio (Ajzen & Fishbein, 1980). Esta es una escala de seis adjetivos diferenciales semánticos que incluyen la actitud instrumental (inútil-útil, dañino-benéfico, aburrido-interesante, malo-bueno) y afectiva (sufrido-disfrutable, no placentero-placentero) de la actitud. Tiene una escala de respuesta de siete puntos de descriptores verbales: extremadamente (puntos uno y siete), sólo (puntos dos y seis), y ligeramente (puntos tres y cinco). La oración que precede a los adjetivos es "Para mi hacer ejercicio es...". La consistencia interna reportada para esta escala es un alpha de Cronbach de .93 en adultos mayores con cancer (Blanchard, Courneya, Rodgers & Murnaghan, 2002) y de .74 en adultos con rehabilitación cardíaca (Blanchard, Courneya, Rodgers, Daub & Knapik, 2002). Una vez convertidos ambos instrumentos a índice en una escala de cero a cien, se promediaron para representar el índice de actitud hacia el ejercicio.

Sarcopenia fue medida a través de la masa muscular estimada a través del

análisis de bioimpedancia eléctrica y expresado como el índice de masa muscular (SMI). El SMI es calculado por la fórmula:  $\text{SMI} = \text{masa músculo - esquelética (SMM)} / \text{índice de masa corporal (BMI)} \times 100$ . El nivel de corte para sarcopenia clase I fue considerado en el rango de 37% a 31% para hombres y de 28% a 22% para mujeres; sarcopenia clase II fue considerado cuando el SMI fuera menor a 31% para hombres y menor de 22% para mujeres (Janssen, Heymsfield & Ross, 2002).

La SMM se calculó usando la ecuación de análisis de bioimpedancia eléctrica de Janssen, Heymsfield, Baumgartner y Ross (2000),  $\text{SMM (kg)} = [(talla^2 / resistencia \times 0.401) + (\text{género} \times 3.825) + (\text{edad} \times -0.071)] + 5.102$  donde, talla es en centímetros, resistencia es impedancia en ohms; para género, hombre igual a uno y mujer igual a cero; y edad en años. El índice de masa corporal se calculó con la fórmula:  $\text{IMC} = \text{peso} / \text{talla}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$ .

La resistencia se obtuvo a través del analizador de composición corporal "Tanita" Modelo TBF 410. Este instrumento calcula la composición corporal al introducir una corriente eléctrica alterna de 50 kHz a través de las placas metálicas que hacen contacto con la planta de los pies de los participantes. La corriente fluye a través de las estructuras corporales y el aparato reporta la resistencia encontrada por la corriente que se traduce en la estimación de tipos de tejido. Esta técnica ha sido utilizada en medición cambios estructurales en adultos sanos y adultos obesos (Schoeller, 2000) y los autores recomiendan el uso de esta técnica para la medición de las estructuras corporales.

La participación en el programa de ejercicio de resistencia muscular es representada por la asistencia del participante al programa. Hubo cuatro puntos de medición. La primera medición fue considerada como la medición base con participación cero, la segunda (semana 5), tercera (semana 9) y cuarta (semana 13) medición registró el porcentaje de asistencia a las sesiones 1 a 12, 13 a 24 y 25 a 36, respectivamente, los datos fueron registrados en formatos diseñados especialmente

para este propósito

*Variables resultado.* Las variables resultado fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital fueron medidas usando instrumentos de papel y lápiz. La fuerza muscular percibida fue medida con la escala de fuerza muscular del cuestionario de auto – descripción física (Marsh et al., 1994, apéndice I). Este instrumento tiene ocho reactivos con una escala de respuesta tipo Likert que va de 1 (falso) a 5 (verdadero) para alcanzar un puntaje que va de ocho a 40 puntos donde mayor puntaje representa mayor fuerza muscular percibida. Estos puntajes fueron también transformados a índices

Los autores reportaron un coeficiente alfa de Cronbach de .88 para esta escala en adolescentes australianos (Marsh et al., 1994) y recomendaron su uso en diferentes poblaciones. En México, este cuestionario fue usado en adultos con diabetes mellitus, entre los cuales se incluían adultos mayores, con un coeficiente alfa de Cronbach de .69 (Muñoz, 2001).

El espacio de movilidad vital fue medido por las zonas que las personas recorren en su ambiente al hacer sus actividades en los últimos siete días, éste fue operacionalizado por el cuestionario de espacio de movilidad vital, the Life – Space Questionnaire: A measure of the Extent of Mobility of Older Adults (Stalvey et al., 1999, apéndice J) Esta es una escala de 9 reactivos que mide los patrones de movimientos de los adultos mayores en un periodo de siete días. Cada reactivo pregunta por espacios concéntricos consecutivos en torno a la persona: recámara, hogar, vecindario, comunidad, estado y país. Así, el instrumento representa pasos ordinales en el incremento del espacio de movilidad vital

Este instrumento tiene opción de respuesta dicotómica de sí (uno) y no (cero) con un puntaje posible de cero a nueve, mayores puntajes significan mayor espacio de movilidad vital en la rutina diaria de los adultos mayores. Los autores reportan una confiabilidad de .80 en pruebas de test – retest (Parker et al , 2002). A fin de guardar

coherencia con el resto de los instrumentos, se transformó igualmente en índice de cero a cien

Adicionalmente, las variables fuerza muscular y capacidad de caminata fueron medidas a través de mediciones directas. La fuerza muscular fue medida por la fuerza concéntrica máxima de miembros inferiores usando la 1RM con bandas elásticas Thera-band ®. Esta variable fue medida usando siete ejercicios de resistencia: cuclillas, flexión de pierna izquierda y derecha, presión de pierna izquierda y derecha y extensión de pierna izquierda y derecha. La 1RM fue determinada usando la siguiente fórmula:  $1RM = F \times xRM$ ; donde F= la resistencia ofrecida por la banda usada, esta es una resistencia estandarizada de acuerdo al color de la banda empleada y la longitud lograda en el ejercicio y xRM= número de repeticiones realizadas. La medición de 1RM ha sido ampliamente usada en investigación reportando una confiabilidad de test – retest de .95, el procedimiento de medición es recomendado por investigadores e institutos (Fletcher et al., 2001; Kalaphotarakus et al., 2004; McDonagh & Davis, 1984; Pollock et al., 2000; Vincent et al., 2002).

La capacidad de caminata fue medida con la prueba “Go-Turn-Go”. Esta prueba valora el número de pasos y tiempo de marcha que el adulto mayor realiza en una distancia de 30 metros a dos ritmos: usual y rápido. Se consideró la capacidad de caminata como la expresión de los pasos realizados en la marcha rápida divididos entre el número de segundos en los que se realizó la prueba. Esta prueba ha sido utilizada ampliamente en la investigación y la clínica

Adicionalmente, esperando el número de pasos que el adulto mayor camina en un día ordinario estuviera relacionado con la capacidad de caminata, se utilizó podómetro electrónico Yamax-Digiwalker SW-701 ® para estimar el promedio de pasos realizados en un día. Para ello, se registró el total de pasos caminados por el participante en una semana completa y se dividió entre siete para estimar el número de pasos caminados en un día ordinario. El podómetro opera sobre un brazo nivelador



horizontal que se mueve hacia arriba y hacia abajo con las aceleraciones verticales de la cadera. Con cada paso, el brazo hace un contacto eléctrico y se registra un paso. El podómetro fue asegurado con un cinturón sobre la cintura al lado derecho del cuerpo a lo largo de la línea media anterior del muslo.

La validez del podómetro electrónico Yamax-Digiwalker SW-701 ®, entre otros nueve podómetros, fue valorada por Crouter, Schneider, Karabulut y Bassett (2003) Este instrumento mostró precisión aceptable con un error permisible de 3% de pasos no registrados aún en baja o alta velocidad Este procedimiento ha sido recomendado como una herramienta útil en la investigación para valorar la caminata cuando no sea la intención determinar el gasto de energía (Crouter et al., 2003; Leenders, Sherman, Nagaraja & Kien, 2001; Vanhees et al., 2005)

*Variables control* Edad, género, índice de masa corporal (IMC), presencia de enfermedad y práctica de otro tipo de ejercicio fueron consideradas variables intervinientes potenciales. La edad fue representada por el tiempo de vida del individuo reportado en años El género fue considerado como masculino o femenino de acuerdo con las características sexuales externas de los participantes. IMC fue calculado a partir de la fórmula  $\text{peso}/\text{talla}^2$ . El peso fue medido a partir del más cercano 0.1 kg usando una báscula médica; se les solicitó a los participantes no usar zapatos y vestir lo más ligero posible para la medición y éstas se realizaron en un mismo horario. La talla fue medida a partir del punto más cercano 0.1 cm usando un estadiómetro médico.

Desde el periodo de selección, los participantes fueron cuestionados por su condición de salud; aquellos que no fueron considerados como criterios de exclusión fueron considerados como enfermedad actual. En un formato desarrollado para este propósito, semanalmente se les pregunto a los participantes si realizaron algún otro tipo de ejercicio, se preguntó particularmente por caminata, bicicleta, natación y otros

La presión arterial fue medida antes, durante y después de cada sesión usando

un esfigmomanómetro calibrado y un estetoscopio siguiendo los lineamientos de la AHA y el ACSM (Balady et al., 1998; Fletcher et al., 2001, Pollock et al., 2000).

Todas las variables control se registraron en la hoja sociodemográfica (apéndice K)

#### *Plan para recolección de datos*

Los datos fueron recolectados por el investigador principal y personas especialmente instruidas para ello. Las mediciones de fuerza muscular, fuerza muscular percibida, capacidad de caminata y espacio de movilidad vital se hicieron en la semana previa al inicio del programa (base), dos mediciones intermedias en las semanas 5 y 9, y finalmente, una última medición después del periodo del programa (semana 13) La medición de la fuerza muscular percibida inicial, en el grupo de intervención, se realizó en la segunda semana del programa con la intención de obtener mediciones precisas. Para todas las mediciones, primero se aplicaron los instrumentos de papel y lápiz de fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital; posteriormente se registraron las mediciones de la capacidad de caminata y finalmente se midió la fuerza muscular.

Para la medición de la fuerza muscular, los participantes realizaron un calentamiento previo usando ejercicios de estiramiento. Los participantes fueron posicionados apropiadamente y luego se inició con las pruebas con bandas elásticas. Los incrementos de resistencia se realizaron de acuerdo a que tan difícil fue para el participante realizar el ejercicio con la resistencia previa. La dificultad es medida a través de la escala de esfuerzo percibido de Borg (RPE)

La resistencia de la banda se incremento hasta que el participante alcanzó la máxima resistencia que pudo estirar en una repetición con la forma apropiada de rango de movimiento y éste se registro como fuerza muscular. Para prevenir fatiga prematura, se dieron de dos a tres minutos de descanso entre cada intento. La presión arterial fue monitoreada durante los periodos de medición bajo los mismos

lineamientos que el protocolo de intervención

En el día lunes de la semana 1, 5, 9, y 13, los participantes recibieron un podómetro electrónico Yamax-Digiwalker SW-701 ® y fueron instruidos al respecto de su posicionamiento preciso y el registro de pasos. Se les proporcionó además una tarjeta de instrucciones. Después de siete días, los participantes regresaron el podómetro y su registro de los pasos caminados diariamente. La actitud se midió en la semana inicial y en la última semana de la intervención. La participación en el programa se midió con la asistencia a cada sesión.

#### *Plan para análisis de datos*

Los datos se analizaron usando el paquete estadístico SPSS versión 12.0. Los datos fueron capturados por el investigador principal; para asegurar la fidelidad de los datos, el 10% de ellos se revisaron doblemente. Una vez completa la base de datos, se realizó un primer análisis general usando estadística descriptiva como frecuencias, medias y medianas, se realizó también un análisis de distribución con la prueba de Kolmogorov Smirnov.

Los datos fueron comparados con la medición inicial en cada grupo y entre grupos para determinar la homogeneidad de los grupos experimental y control antes de determinar la efectividad de la intervención. Así mismo, se realizaron correlaciones bivariadas para estimar la fuerza de las relaciones entre las variables de estudio

Considerando el impacto de la deserción, para completar los datos de los participantes que no concluyeron el programa, se utilizó el análisis “intention to treatment” basados en la última información obtenida para el participante en las variables resultado. Las pruebas de mediciones repetidas y ANOVA fueron usadas para probar las hipótesis; el nivel de significancia aceptado fue igual o menor a .05.

La primera hipótesis, los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento en su fuerza muscular que aquellos

en el grupo control, fue probada a través del análisis de varianza de mediciones repetidas. Este análisis permitió buscar cualquier tipo posible de dependencia entre las mediciones, al mismo tiempo que considera un tipo de ajuste por efecto (tiempo por intervención). Así, se propuso que la participación en el programa de resistencia muscular mostraría un efecto de tratamiento (grupo) y un efecto de interacción de tiempo por tratamiento sobre la variable fuerza muscular. Dado que la fuerza muscular estuvo representada por la 1RM de siete ejercicios (cuclillas, flexión pierna izquierda, flexión pierna derecha, presión de pierna izquierda, presión de pierna derecha y extensión de pierna izquierda y derecha), el análisis de mediciones repetidas para esta hipótesis se realizó para cada uno de los ejercicios considerando el valor de Lambda de Wilks ( $\Lambda$ ) como el estadístico de prueba.

La segunda hipótesis, los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento de su fuerza muscular percibida que aquellos en el grupo control, también fue probada a través del análisis de varianza de mediciones repetidas bajo el mismo fundamento de la primera hipótesis. Se propuso que la participación en el programa de resistencia muscular tendría un efecto de tratamiento (grupo) y un efecto de interacción de tiempo por tratamiento sobre la variable fuerza muscular percibida.

La tercera hipótesis, los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento de su capacidad de caminata que aquellos en el grupo control, fue probada a través del análisis de varianza de mediciones repetidas. Se propuso que la participación en el programa de resistencia muscular tendría un efecto de tratamiento (grupo) y un efecto de interacción de tiempo por tratamiento sobre la variable capacidad de caminata

La cuarta hipótesis, los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento de su espacio de movilidad vital que aquellos en el grupo control, fue probada a través de análisis de varianza de

mediciones repetidas. Se propuso que la participación en el programa de ejercicio de resistencia muscular mostraría un efecto de tratamiento (grupo) y un efecto de interacción de tiempo por tratamiento sobre la variable espacio de movilidad vital

La quinta hipótesis, en el grupo de intervención, la mejora en la capacidad de caminata será determinada por la mejora en fuerza muscular y la mejora en la fuerza muscular percibida fue probada a través del análisis de regresión múltiple. La fuerza muscular y la fuerza muscular percibida fueron analizadas como variables independientes sobre la variable dependiente capacidad de caminata. A fin de introducir un solo índice de la fuerza muscular para los análisis de regresión, se estimó un promedio de la 1RM de los siete ejercicios que representaron la fuerza muscular. Para determinar la mejora, se estimó la diferencia entre el tiempo cuatro y el tiempo uno de las variables capacidad de caminata, fuerza muscular y fuerza muscular percibida.

La sexta hipótesis, en el grupo de intervención, la mejora en el espacio de movilidad vital será determinada por la mejora en la fuerza muscular y la fuerza muscular percibida mediada por la capacidad de caminata fue probada también a través del análisis de regresión múltiple en dos modelos. Primero, se analizó la variable capacidad de caminata como variable independiente sobre el espacio de movilidad vital y posteriormente, en un segundo modelo las variables fuerza muscular percibida, fuerza muscular y capacidad de caminata se analizaron como variables dependientes sobre el espacio de movilidad vital. En este sentido, el supuesto fue que existiría un efecto mediador de la capacidad de caminata entre a) la fuerza muscular y la fuerza muscular percibida y b) el espacio de movilidad vital.

La séptima hipótesis, en el grupo de intervención la actitud hacia el ejercicio determinará la participación en el programa de ejercicio de resistencia muscular, fue probada a través del análisis de regresión simple, para determinar el tamaño de efecto que la variable actitud hacia el ejercicio muestra en la participación en el programa de

### **ejercicio de resistencia muscular**

La octava hipótesis, en el grupo de intervención el índice de masa músculo-esquelético estará directamente asociado con la fuerza muscular en los adultos mayores, fue probada a través del coeficiente de correlación entre el índice de masa musculo-esquelética y la fuerza muscular. Se utilizó el coeficiente de Spearman de acuerdo con el tipo de distribución mostrada en el análisis inicial de las variables.

La pregunta de investigación, ¿existe efecto de la actitud hacia el ejercicio sobre la fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital en el grupo control? fue estadísticamente resuelta a través del análisis de regresión lineal múltiple. Este análisis permitió determinar el tamaño de efecto de la variable actitud sobre las variables resultado en el grupo control.

### Capítulo III

#### Resultados

En este capítulo se muestran las características generales que describen a ambos grupos y la distribución de las variables. Asimismo, se presentan los resultados del análisis de homogeneidad de grupos, correlaciones entre las variables de estudio, confiabilidad interna de los instrumentos y resultados de las pruebas de hipótesis.

#### *Características generales de los grupos*

Como puede verse en la tabla dos, el grupo de intervención (E) lo conforman 22 participantes con una edad media de 71.8 años ( $DE= 8.14$ ) con una mediana de 71 años. La mitad son casados (50%), la mayoría pertenecen al sexo femenino (90.9%) y viven con al menos una persona más (86.4%). El grupo control (C) lo conforman 19 participantes, en su totalidad mujeres con una edad media de 73 años ( $DE= 7.43$ ). La mayoría son viudos (52.6%), y viven con al menos una persona más (63.2%). Según estas variables se consideran grupos equivalentes.

Tabla 2

#### *Estadísticas descriptivas para las variables categóricas de los grupos*

Variable	Grupo experimental	Grupo control	$\chi^2$	gl	Valor de p
Género					
Masculino	9.1%		1.81	1	.49
Femenino	90.9%	100.0%			
Estado civil					
Soltero	22.7%	21.1%	3.15	2	.20
Viudo	22.7%	52.6%			
Casado	50.0%	26.3%			
Presencia de enfermedad					
Si	77.3%	63.2%	.98	1	.49
No	22.7%	36.8%			

Fuente: Cédula de datos personales

*Distribución de las variables*

A través de la prueba de Kolmogorov – Smirnov se valoró la distribución de las variables continuas implicadas en el estudio. En la tabla tres se muestran las estadísticas descriptivas de las variables que caracterizan a los grupos, así como el valor de la prueba de Kolmogorov – Smirnov. Los resultados muestran que la edad, índice de masa corporal (IMC), índice de masa músculo-esquelética (SMI) y actitud hacia el ejercicio se distribuyen normalmente ( $p > .05$ )

Tabla 3

*Estadísticas descriptivas para las variables continuas y resultado de la prueba Kolmogorov Smirnov para normalidad.*

Variable	$\bar{X}$	DE	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo	D	Valor de p
Edad	72.39	7.75	72.0	60.0	87.0	.69	.72
IMC	28.06	4.19	26.6	20.1	37.1	1.16	.13
SMI	64.98	12.60	62.2	37.97	95.6	.85	.45
Actitud hacia el ejercicio	89.62	4.78	89.47	77.19	100.0	1.22	.09

Fuente. Cédula de datos personales y EAHE.

En la tabla cuatro se muestran las estadísticas descriptivas de las variables resultado de ambos grupos, así como el resultado de la prueba de Kolmogorov – Smirnov para normalidad



Tabla 4

*Estadísticas descriptivas para las variables resultado y valor de la prueba*

*Kolmogorov Smirnov para normalidad.*

Variable	$\bar{x}$	DE	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo	D	Valor de p
Fuerza muscular	32.70	34.0	18.0	0.00	135.0	1.26	.08
Cuclillas	18.11	8.7	17.2	6.80	46.4	.69	.71
Flexión PI	17.76	8.3	17.8	5.40	45.2	.90	.38
Flexión PD	22.87	23.9	16.8	3.15	103.2	1.70	.00
Presión PI	20.00	20.0	16.4	2.80	103.2	1.60	.01
Presión PD	27.66	43.3	8.8	2.40	173.7	2.38	.00
Extensión PI	28.55	44.8	9.0	1.20	172.5	2.17	.00
Extensión PD							
Fuerza muscular percibida	69.89	13.1	71.8	31.25	87.5	1.23	.09
Capacidad de caminata	1.96	24	1.71	1.52	2.48	.93	.34
Espacio de movilidad vital	61.51	16.31	66.66	11.11	77.7	1.35	.05

Fuente: IRM, CC, LEQ y EFMP.

n= 41

PI= pierna izquierda, PD= pierna derecha

Los resultados muestran que fuerza muscular percibida, tres de los siete ejercicios que representan la fuerza muscular (cuclillas, flexión de pierna izquierda y flexión de pierna derecha) y la capacidad de caminata se distribuyen normalmente ( $p > 0.05$ ). No así, cuatro ejercicios que representan la fuerza muscular (presión de pierna izquierda, presión de pierna derecha, extensión de pierna izquierda y extensión de pierna

derecha) y el espacio de movilidad no mostraron distribución normal ( $p < .05$ ).

#### *Prueba de homogeneidad de los grupos*

La homogeneidad de los grupos fue valorada a partir las variables que caracterizan a la población y de las variables que se consideraron resultado. Este análisis permitió tomar decisiones respecto al análisis inferencial posterior. El análisis se realizó a través de la prueba t de Student para las variables continuas que mostraron distribución normal, U de Mann-Whitney para las variables que no mostraron distribución normal y con la prueba Chi cuadrada para las variables categóricas.

Los resultados de la prueba t de Student en variables continuas con distribución normal (tabla 5) muestran que no existe diferencia entre las medias de edad, índice de masa corporal, índice de masa músculo-esquelética y actitud hacia el ejercicio.

*Tabla 5*

*Prueba de homogeneidad de los grupos de variables continuas con distribución normal.*

Variable	Grupo	$\bar{x}$	DE	Valor mínimo	Valor máximo	t	Valor de p
Edad	E (n=22)	71.8	8.1	60.0	87.0	-46	.64
	C (n=19)	73.0	7.4	62.0	86.0		
IMC	E (n=22)	28.1	4.6	20.1	37.1	.08	.93
	C (n=19)	28.0	3.7	22.7	35.3		
SMI	E (n=22)	65.9	15.1	38.1	95.6	.52	.60
	C (n=19)	63.8	9.2	37.9	78.9		
Actitud hacia el ejercicio	E (n=22)	90.7	4.2	83.3	100.0	1.61	.11
	C (n=19)	88.3	9.2	77.1	100.0		

Fuente. Cédula de datos personales y EAHE.

Respecto a las variables resultado, también se acepta la homogeneidad de los grupos. En la tabla seis, se muestran los resultados de la prueba t de Student para las variables continuas que mostraron distribución normal. Los resultados de la medición base para las variables fuerza muscular percibida, fuerza muscular en los ejercicios de flexión de pierna izquierda, y flexión de pierna derecha; así como capacidad de caminata muestran que no existe diferencia entre las medias del grupo de intervención y las medias del grupo control ( $p > .05$ ). Solamente el ejercicio de cuclillas muestra una diferencia obviamente grande y significativa entre las medias de ambos grupos ( $p < .05$ ), como se observa en la tabla seis, en la que el grupo experimental obtuvo una media mayor.

Tabla 6

*Prueba de homogeneidad: variables resultado continuas con distribución normal*

Variable	Grupo	$\bar{X}$	D.E.	Valor mínimo	Valor máximo	t	Valor de p
Fuerza muscular percibida	E (n=22)	72.5	15.6	31.2	96.8	-.64	.52
	C (n=19)	75.3	10.8	46.8	87.5		
Fuerza muscular	E (n=22)					2.21 .69 1.05	.03 .48 .29
	Cuclillas	43.1	37.5	0.0	135.0		
	Flexión PI	19.0	9.3	6.8	46.4		
	Flexión PD	19.0	9.7	5.4	45.2		
	C (n=19)						
	Cuclillas	20.6	25.2	0.5	85.8		
Flexión PI	17.07	8.1	6.8	40.2			
Flexión PD	16.2	6.1	8.0	27.1			
Capacidad caminata	E (n=22)	1.70	.26	1.13	2.10	.98	.33
	C (n=19)	1.60	.28	1.13	2.15		

Fuente: IRM y CC

La prueba U de Mann – Whitney (tabla 7) muestra que no existe diferencia entre

las medianas de los grupos en las variables espacio de movilidad, fuerza muscular en los ejercicios presión de pierna y extensión de pierna ( $p < .05$ ). Como puede observarse, las desviaciones estándar de estas variables explican porque no se distribuyeron normalmente, en los casos de los ejercicios de extensión, la desviación estándar supera la media de la variable en ambos grupos.

*Tabla 7*

*Prueba de homogeneidad: variables resultado continuas sin distribución normal*

Variable	Grupo	$\bar{X}$	DE	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo	U	Valor de p
Fuerza muscular	E (n=22)							
	Presión PI	27.2	27.4	19.7	3.15	103.2	162.5	.22
	Presión PD	23.6	23.4	18.4	2.8	103.2	160.0	.20
	Extensión PI	34.2	46.3	10.9	4.5	173.7	139.5	.06
	Extensión PD	33.9	45.8	10.7	2.0	172.5	166.0	.26
	C (n=19)							
	Presión PI	17.8	18.4	14.2	3.1	87.4		
	Presión PD	15.7	14.5	13.4	2.8	69.3		
	Extensión PI	20.0	39.5	6.5	2.4	173.7		
	Extensión PD	22.2	44.1	7.0	1.2	172.5		
Espacio de movilidad	E (n=22)	58.5	16.1	61.1	11.1	77.7	153.0	.13
	C (n=19)	64.9	16.2	66.6	11.1	77.7		

Fuente: IRM y LEQ

#### *Confiabilidad interna de los instrumentos*

Los instrumentos de papel y lápiz utilizados en este estudio fueron sometidos a prueba de confiabilidad. La escala de fuerza muscular del cuestionario de auto – descripción física (Marsh, Richards, Jonson, Roche & Tremayne, 1994) y la escala de

actitud hacia el ejercicio (Kerner & Grossman, 2001) fueron sometidas a la prueba alpha de Cronbach en razón de su escala de respuesta tipo Likert. El cuestionario de espacio de movilidad vital (Stalvey et al., 1999) fue analizada con la prueba KR-20, al tener un patrón de respuesta dicotómica.

Los índices muestran que los instrumentos tienen una confiabilidad aceptable (Burns & Grove, 2001) como se muestra en la tabla ocho. Los resultados son congruentes con los reportados en estudios previos y consistentes con los obtenidos en la prueba piloto de este estudio.

Tabla 8

*Confiabilidad interna de los instrumentos*

Instrumento	Confiabilidad
Escala fuerza muscular del cuestionario de auto – descripción física	.80
Escala de actitud hacia el ejercicio	.77
Cuestionario de espacio de movilidad vital	.75

Fuente: EFMP, EAHE, LEQ

n= 41

*Relaciones entre las variables de estudio*

A fin de identificar las posibles relaciones entre las variables que caracterizan a los participantes o bien que fungirán como predictoras o resultado en el estudio, se realizó un análisis de correlación bivariada por grupo al iniciar y al finalizar el estudio. Dado que algunas de las variables implicadas no cumplieron con el supuesto de distribución normal, el análisis se realizó con la prueba no paramétrica de Spearman.

La tabla nueve muestra la correlación entre variables en el grupo de intervención al iniciar el estudio. Como puede observarse, la edad se correlaciona negativamente con el índice de masa corporal y con la capacidad de caminata; esto es, a mayor edad menor índice de masa corporal y menor capacidad de caminata. El índice de masa corporal también resulta en correlación negativa con la fuerza muscular percibida, es decir, a medida que el IMC se incrementa, la fuerza muscular percibida se disminuye. La fuerza muscular se correlaciona positivamente con la capacidad de caminata; así a medida que la fuerza muscular incrementa, la capacidad de caminata también se incrementa.

Tabla 9

*Matriz de correlación en la medición inicial del grupo de intervención de variables implicadas*

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Edad	1.00							
2. IMC	-.48*	1.00						
3. SMI	.19	-.30	1.00					
4. Actitud hacia el ejercicio	.38	-.23	-.16	1.00				
5. Fuerza muscular percibida	.20	-.44*	.37	-.15	1.00			
6. Fuerza muscular	-.22	-.28	.10	.12	-.06	1.00		
7. Capacidad de caminata	-.43*	.05	.03	-.18	-.01	.44*	1.00	
8. Espacio de movilidad vital	-.09	.22	.16	.10	-.21	.32	.25	1.00

\*p &lt; .05

n= 22

Las correlaciones iniciales del grupo control se presentan en la tabla 10. En ella se observa que la edad se correlaciona negativa y significativamente con la capacidad de caminata; es decir, a mayor edad, menor capacidad de caminata. También se observa que el IMC se correlaciona negativa y significativamente con el índice de masa músculo-esquelética y con la fuerza muscular; es decir a mayor IMC, menor índice de masa músculo-esquelética y menor fuerza muscular.

Tabla 10

*Matriz de correlación en la medición inicial del grupo de control de variables implicadas*

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Edad	1.00							
2. IMC	-.29	1.00						
3 SMI	.06	-.76**	1.00					
4 Actitud hacia el ejercicio	-.32	.11	.07	1.00				
5 Fuerza muscular percibida	-.42	.17	.08	.22	1.00			
6 Fuerza muscular	-.29	-.48*	.49*	.37	-.12	1.00		
7. Capacidad de caminata	-.47*	-.38	.45	.34	.49*	.43	1.00	
8 Espacio de movilidad vital	.02	.17	.03	-.33	.57*	-.41	.14	1.00

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$

n= 19

El índice de masa músculo-esquelética se correlaciona positiva y significativamente con la fuerza muscular; es así que a mayor índice de masa músculo-esquelética mayor fuerza muscular. Finalmente, la fuerza muscular percibida se relaciona positiva y significativamente con la capacidad de caminata y con el espacio de movilidad vital; lo que sugiere que a mayor fuerza muscular percibida, mayor capacidad de caminata y mayor espacio de movilidad vital.

Tabla 11

*Matriz de correlación en la medición final del grupo de intervención de variables implicadas*

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Edad	1.00								
2. IMC	-.45	1.00							
3. SMI	.16	-.26	1.00						
4. Actitud hacia el ejercicio	.38	-.19	-.38	1.00					
5. Fuerza muscular percibida	.02	-.12	-.05	.07	1.00				
6. Fuerza muscular	-.36	-.05	.00	-.05	.44*	1.00			
7. Capacidad de caminata	-.17	.28	-.02	-.16	.33	.35	1.00		
8. Espacio de movilidad vital	-.32	.30	.22	-.00	.64**	.61**	.53*	1.00	
9. Participación	-.12	.22	-.08	-.18	.54**	.76**	.34	.65**	1.00

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$

n= 22



Las correlaciones entre variables del estudio, presentes al final de la intervención, se muestran en la tabla 11. En ésta se observa que las variables fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital se correlacionan positivamente y de acuerdo a lo teóricamente esperado. La fuerza muscular percibida se correlaciona positivamente con la fuerza muscular y el espacio de movilidad vital; así entonces, a mayor fuerza muscular percibida, mayor fuerza muscular y mayor espacio de movilidad.

A su vez, el espacio de movilidad vital se relaciona en forma positiva con la fuerza muscular y la capacidad de marcha. Es pertinente hacer notar que la participación en el programa de resistencia muscular se relaciona positiva, significativa y fuertemente con tres de las variables resultado: fuerza muscular percibida, fuerza muscular y espacio de movilidad vital.

Tabla 12

*Matriz de correlación en la medición final del grupo control de variables implicadas*

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Edad	1.00							
2. IMC	-.51	1.00						
3. SMI	.31	-.81**	1.00					
4 Actitud hacia el ejercicio	-.32	.38	-.36	1.00				
5. Fuerza muscular percibida	.27	-.17	.20	-.02	1.00			
6 Fuerza muscular	-.37	-.41	.23	.41	-.15	1.00		
7 Capacidad de caminata	.19	-.25	.29	-.04	.49*	-.02	1.00	
8 Espacio de movilidad vital	-.12	.17	.09	.16	.42	.25	.05	1.00

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

n= 19

Por otro lado, las correlaciones finales en el grupo control parecen comportarse de forma diferente. En la tabla 12 se muestran las correlaciones entre variables en este grupo. Como puede observarse, en el grupo control al final de las 12 semanas de intervención el IMC se correlaciona negativa y significativamente con el índice de masa músculo-esquelética, lo que sugiere que a mayor IMC, menor índice de masa músculo-esquelética. La segunda y última correlación significativa que se da en este grupo es la de la fuerza muscular percibida con la capacidad de caminata, esta relación indica que a mayor fuerza muscular percibida, mayor capacidad de caminata

#### *Resultados de las pruebas de hipótesis y de la pregunta de investigación*

En esta sección se presenta cada una de las ocho hipótesis y la pregunta de investigación propuestas con sus respectivos resultados. Los resultados se analizaron con un nivel de significancia igual a .05.

*Hipótesis uno.* La primera hipótesis planteó: los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento en su fuerza muscular que aquellos en el grupo control. La fuerza muscular estuvo representada por la 1RM en siete ejercicios por lo que el análisis de esta hipótesis se realizará para cada uno de los ejercicios.

Al respecto del ejercicio de cuclillas, en la tabla 13 se presenta un resumen del modelo de mediciones repetidas. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de tiempo ( $p = .01$ ) y de interacción tiempo por grupo ( $p = .01$ ). Esto es, que existe un efecto significativo de la intervención reflejado a través del tiempo en los sujetos y de forma diferente entre los grupos. Lo que significa que la intervención fue efectiva al incrementar la repetición inicial máxima para este ejercicio.

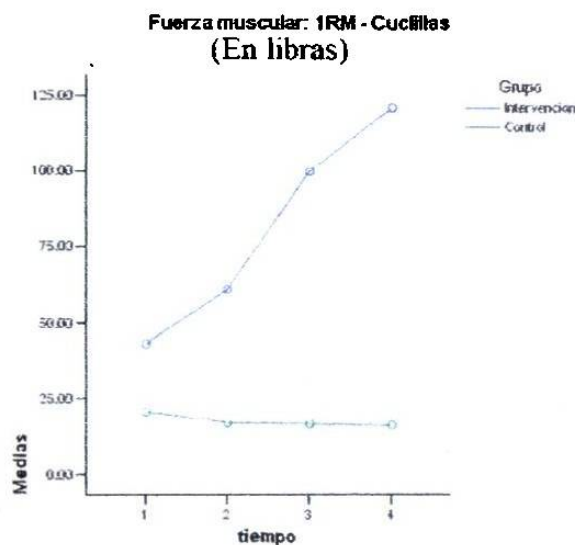
En la figura 2 se representan los cambios de las medias en 1RM de cuclillas para ambos grupos. Como puede observarse, mientras el grupo de intervención muestra una tendencia ascendente, el grupo control prácticamente se mantiene estable. Este

comportamiento se comprueba a través del análisis de diferencia de medias con la prueba t de Student para cada uno de los tiempos (tabla 14).

Tabla 13

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para cuclillas*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	.754	4.02	.01	.24	
Tiempo*Grupo	.684	5.70	.00	.31	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	165487.47	19.04	.00	.32
Error (intragrupo de sujetos)	39	8688.65			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	11727.59	11.02	.00	.22
Tiempo * Grupo	3	14116.05	13.26	.00	.25
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	1063.84			



*Figura 2. Efecto tiempo por grupo de la fuerza muscular 1RM de cuclillas.*

Como puede observarse, en el tiempo uno se muestra una diferencia entre los grupos ya detectada en la prueba de homogeneidad que sin embargo no es significativa a un nivel más estricto ( $> .01$ ). A partir de la segunda medición, correspondiente a la quinta semana de intervención, la diferencia entre los grupos es altamente significativa.

Tabla 14

*Diferencia de medias por tiempo para la 1RM del ejercicio de cuclillas.*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de $p$
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE		
1	43.15	37.53	20.61	25.28	2.21	.03
2	61.16	45.42	17.06	18.57	3.95	.00
3	100.12	80.73	16.22	17.75	4.40	.00
4	120.98	103.30	16.22	17.75	4.35	.00

La 1RM de los ejercicios de flexión de pierna (izquierda y derecha) representa también la fuerza muscular en este estudio. Los efectos por tiempo y la interacción tiempo por grupo, así como los efectos intersujetos e intrasujetos para el ejercicio en la pierna izquierda se muestran en la tabla 15. En ella se puede observar que existe un efecto multivariado significativo de tiempo y de la interacción tiempo por grupo; esto es, que las medias mostradas por los grupos fueron significativamente diferentes por tiempo y tiempo por grupo.

Es interesante hacer notar que en el efecto intrasujetos se observa que no existe un efecto significativo por tiempo ( $F = 2.49; p = .05$ ), lo que sugiere que el incremento de las medias de la 1RM para este ejercicio no fueron suficientemente notables para

reflejar la diferencia de tiempo a tiempo cuando el participante era su propio control

Tabla 15

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para flexión de pierna izquierda.*

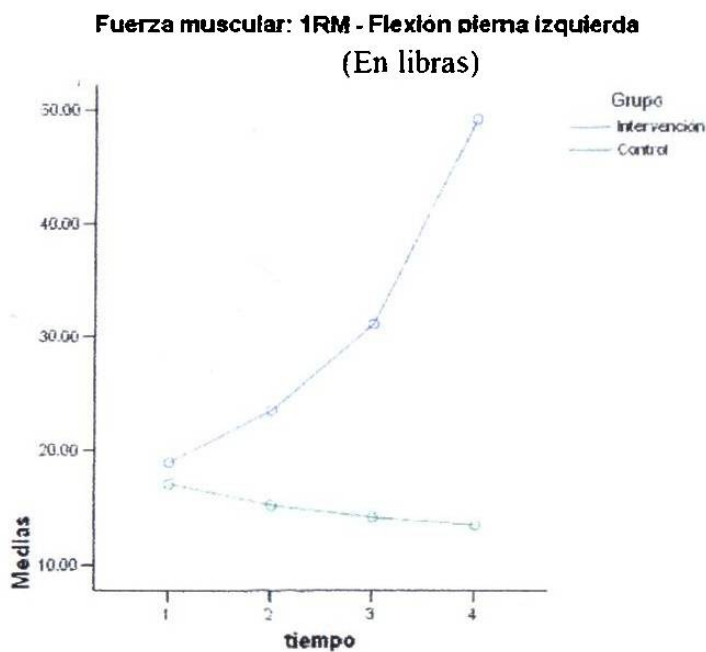
Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i> <sub>(3,117)</sub>	Valor de <i>p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	751	4.09	.01	.24	
Tiempo*Grupo	.564	9.54	.00	.43	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i> <sub>(3,117)</sub>	Valor de <i>p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	10115.95	10.95	.00	.21
Error (intragrupo de sujetos)	39	923.39			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	1475.7	2.49	.06	.06
Tiempo * Grupo	3	2203.12	3.73	.01	.08
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	590.46			

Los resultados de la diferencia de medias mostradas en la tabla 16 exponen que los grupos no mostraban diferencia significativa al inicio del programa, sin embargo, a partir del tiempo dos, las medias entre los grupos son estadísticamente significativas. Cabe hacer notar que en el tiempo cuatro, la diferencia solo es significativa al .05; dado probablemente por la amplia desviación estándar revelada en el grupo de intervención; lo que podría explicar porque el efecto tiempo intrasujetos no resulta significativo. No obstante, las medias en este grupo muestran un notable incremento de tiempo a tiempo, a diferencia del grupo control cuyas medias decrecen discretamente. La figura tres expone gráficamente el comportamiento de ambos grupos.

Tabla 16

*Diferencia de medias por tiempo para la 1RM del ejercicio de flexión de pierna izquierda*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de $p$
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE		
1	19.00	9.31	17.07	8.17	69	.48
2	23.59	10.90	15.26	6.36	2.92	.00
3	31.22	15.59	14.23	6.41	4.42	.00
4	49.31	66.27	13.55	6.50	2.33	.02



**Figura 3. Efecto tiempo por grupo de la 1RM de flexión de pierna izquierda.**

Los resultados para la 1RM de la pierna derecha en este ejercicio (tabla 17),

exponen que existe un efecto significativo de tiempo y de tiempo por grupo, lo que sugiere que las medias de la 1RM para este ejercicio se incrementaron a través del tiempo y a partir de la interacción de tiempo por grupo. Esto refleja que la intervención fue efectiva al incrementar la repetición inicial máxima para la flexión de la pierna derecha

Tabla 17

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para flexión de pierna derecha.*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	.732	4.50	.00	.26	
Tiempo*Grupo	.572	9.22	.00	.42	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	6354.82	13.76	.00	.26
Error (intragrupo de sujetos)	39	461.69			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	404.93	10.48	.00	.21
Tiempo * Grupo	3	830.06	21.48	.00	.35
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	590.46			

El análisis de las medias por tiempo muestra que, nuevamente en el grupo de intervención las medias incrementan conforme el tiempo avanza; en tanto que el grupo control disminuye ligeramente (tabla 18). También es importante hacer notar que la desviación estándar en el grupo de intervención al igual que las medias, va haciéndose más amplia. Pese a ello, la diferencia de medias muestra que los grupos empezaron el programa de resistencia muscular en igualdad de condiciones y que la diferencia

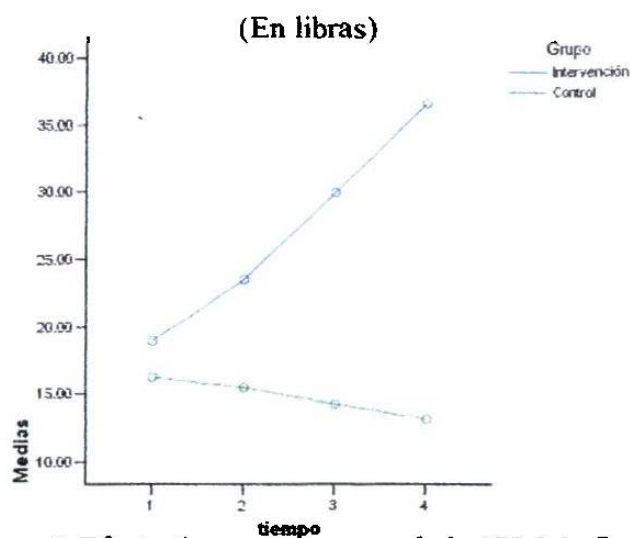
empieza a ser significativa a partir del tiempo dos, es decir, la quinta semana del programa. El comportamiento de los medias a través del tiempo puede observarse gráficamente en la figura cuatro.

Tabla 18

*Diferencia de medias por tiempo para la 1RM del ejercicio de flexión de pierna derecha*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de $p$
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE		
1	19.03	9.79	16.29	6.17	1.05	.29
2	23.60	12.22	15.53	6.19	2.60	.01
3	29.99	15.51	14.28	5.81	4.16	.00
4	36.62	21.47	13.21	6.00	4.59	.00

**Fuerza muscular: 1RM - Flexión pierna derecha**



**Figura 4. Efecto tiempo por grupo de la 1RM de flexión de pierna derecha.**

Un ejercicio más del cual se midió la 1RM para representar la fuerza muscular fue



el ejercicio de presión de pierna, igualmente se realizaron mediciones por pierna izquierda y derecha. Como puede observarse, los estadísticos reflejan que existe un efecto significativo por tiempo y significativo también para la interacción tiempo por grupo (tabla 19). Estos datos muestran que la intervención fue efectiva para la presión en la pierna izquierda.

Tabla 19

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para presión de pierna izquierda.*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	786	3.36	.02	.21	
Tiempo*Grupo	.668	6.13	.00	.33	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	45277.78	10.1	.00	.20
Error (intragrupo de sujetos)	39	4440.98			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	4040.43	8.6	.00	.18
Tiempo * Grupo	3	5421.74	11.5	.00	.22
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	468.02			

El análisis de las medias para la 1RM del ejercicio de presión de pierna izquierda (tabla 20) muestra en el grupo de intervención un crecimiento constante de las medias; mientras que el grupo control desciende del tiempo uno al dos, se mantiene en el tiempo tres y vuelve a descender en el tiempo cuatro. La prueba de t muestra que no existe diferencia significativa entre ambos grupos al inicio de la intervención, pero a partir del tiempo dos ésta empieza a ser altamente significativa. La figura cinco

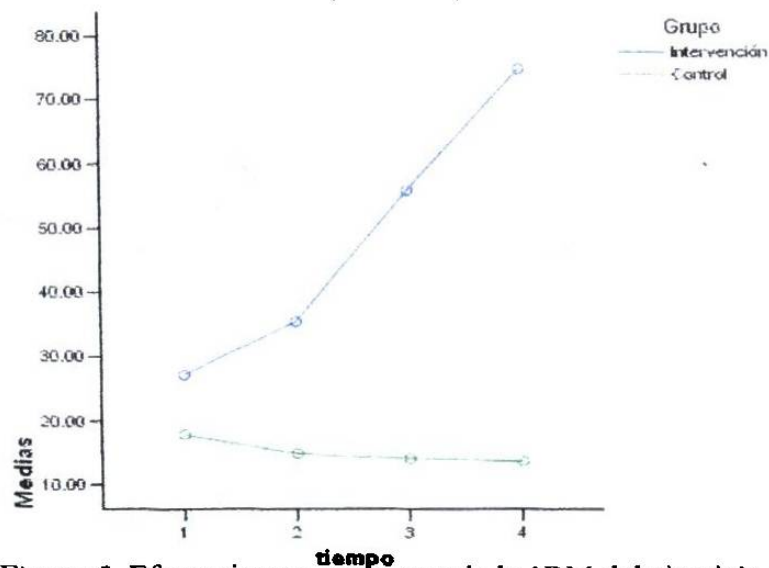
muestra el comportamiento de las medias en el grupo de intervención y en el grupo control.

Tabla 20

*Diferencia de medias por tiempo para la 1RM del ejercicio presión de pierna izquierda*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n 19)		$t_{(39)}$	Valor de p
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE		
1	27.21	27.49	17.85	18.45	1.25	.21
2	35.46	32.30	14.83	10.96	2.65	.01
3	55.96	57.19	14.03	10.79	3.14	.00
4	75.00	72.04	13.64	10.71	3.67	.00

**Fuerza muscular: 1RM - presión pierna izquierda  
(En libras)**



**Figura 5. Efecto tiempo por grupo de la 1RM del ejercicio presión de pierna izquierda.**

En la tabla 21 se observan los resultados correspondientes para la pierna derecha

Como se muestra, existe un efecto multivariado significativo por tiempo y lo más importante, significativo en la interacción de tiempo por grupo. Estos datos reflejan que la intervención fue efectiva al incrementar la repetición inicial máxima para la presión de la pierna derecha.

Tabla 21

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para presión de pierna derecha.*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	.734	4.48	.00	.26	
Tiempo*Grupo	.662	6.30	.00	.33	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	49022.58	8.17	.00	.40
Error (intragrupo de sujetos)	39	6000.08			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	5764.04	6.95	.00	.15
Tiempo * Grupo	3	6883.14	8.30	.00	.17
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	828.86			

Las medias de la 1RM para el ejercicio de presión de pierna derecha (tabla 22) muestran nuevamente como el grupo de intervención incrementa en cada tiempo su media; inclusive, en el tiempo tres casi se duplica la media del tiempo dos. Por el contrario, el grupo control decrece ligeramente su media en cada tiempo. La diferencia entre las medias de los grupos al respecto de este ejercicio empieza a ser significativa

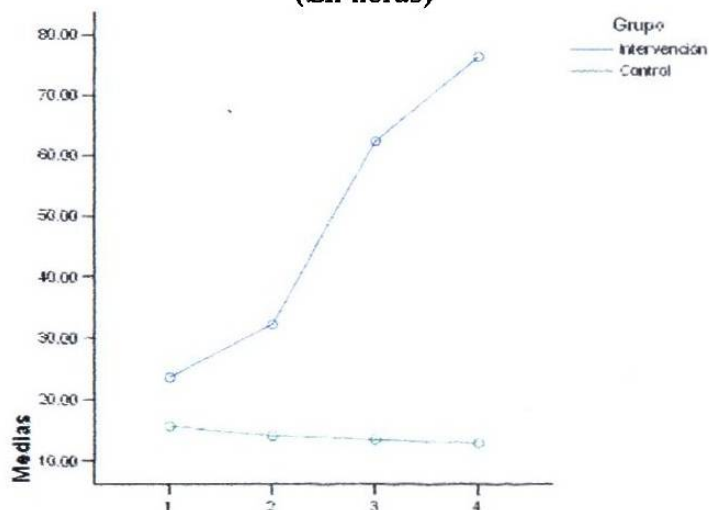
nuevamente a partir del tiempo dos. Sin embargo, por la cifra de las medias se puede apreciar claramente el impacto en el tiempo tres. En la figura seis se puede apreciar claramente el comportamiento de las medias en ambos grupos.

Tabla 22

*Diferencia de medias por tiempo para la 1RM del ejercicio de presión de pierna derecha*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de $p$
	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE		
1	23.68	23.45	15.73	14.57	1.27	.20
2	32.37	30.07	14.19	10.60	2.50	.01
3	62.54	79.35	13.52	10.57	2.66	.01
4	76.49	86.82	12.95	10.58	3.16	.00

**Fuerza muscular: 1RM - Presión pierna derecha  
(En libras)**



*Figura 6.* Efecto tiempo por grupo de la 1RM del ejercicio presión de pierna derecha.

El último ejercicio en el que se midió la 1RM para representar la fuerza muscular

fue la extensión de pierna, igualmente se realizaron mediciones por pierna izquierda y derecha. Como puede observarse en la tabla 23, existe un efecto multivariado significativo a un nivel de .05 de tiempo y de tiempo por grupo para la 1RM del ejercicio de extensión de pierna izquierda que permite concluir que la intervención fue efectiva al incrementar la repetición inicial máxima para este ejercicio en la pierna izquierda. El análisis de las medias por tiempo para este ejercicio permite profundizar al respecto de estos resultados.

Tabla 23

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para extensión de pierna izquierda.*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	.803	3.02	.04	.19	
Tiempo*Grupo	.794	3.20	.03	.20	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	211147.98	8.63	.00	.18
Error (intragrupo de sujetos)	39	24462.22			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	22330.71	6.81	.00	.14
Tiempo * Grupo	3	24425.30	7.45	.00	.16
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	3274.87			

El análisis de las medias, como se muestra en la tabla 24, refleja que las medias del grupo de intervención mantuvieron una tendencia ascendente en los cuatro tiempos y al final cuatricula la media inicial. En contraste, el grupo de intervención desciende al segundo tiempo y se mantiene en este nivel hasta el final. La diferencia de medias por

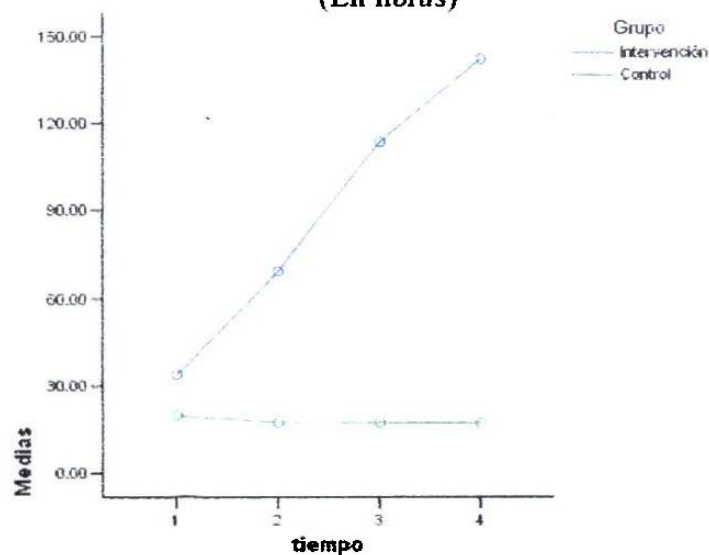
tiempo es significativa desde el tiempo dos, pero nuevamente es hasta el tiempo tres donde el impacto es francamente evidente. La figura siete muestra el comportamiento de las medias para este ejercicio en ambos grupos.

Tabla 24

*Diferencia de medias por tiempo para la 1RM del ejercicio de extensión de pierna izquierda*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de p
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE		
1	34.21	46.37	20.08	39.50	1.04	.30
2	69.67	107.52	17.71	38.41	1.99	.05
3	114.11	133.75	17.66	38.44	3.03	.00
4	142.61	164.10	17.32	38.52	3.24	.00

**Fuerza muscular: 1RM - Extensión pierna izquierda  
(En libras)**



*Figura 7. Efecto tiempo por grupo de la 1RM del ejercicio extensión de pierna izquierda.*

En la tabla 25 se observan los resultados que corresponden a este ejercicio en la

pierna derecha. Como puede observarse, existe un efecto multivariado significativo a nivel de .05 para tiempo y para la interacción tiempo por grupo; lo que refleja que la intervención fue efectiva al incrementar la repetición inicial máxima para la extensión de la pierna derecha.

Tabla 25

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para extensión de pierna derecha.*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	.782	3.42	.02	.21	
Tiempo*Grupo	.776	3.56	.02	.22	
Fuente de variacion	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	194994.39	8.13	.00	.17
Error (intragrupo de sujetos)	39	23980.54			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	24360.89	7.90	.00	.16
Tiempo * Grupo	3	25594.58	8.30	.00	.17
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	3081.19			

El análisis de las medias al respecto de la 1RM en extensión de pierna derecha muestra que el comportamiento de las medias es muy similar al de la pierna izquierda. Aunque inician con medias estadísticamente iguales; el grupo de intervención incrementa en forma constante su media hasta alcanzar al final de la intervención una media cuatro veces mayor que la inicial, en tanto, el grupo control disminuye su media en forma discreta en cada uno de los tiempos. La figura ocho muestra gráficamente estos comportamientos y en ella puede verse la línea ascendente de crecimiento del

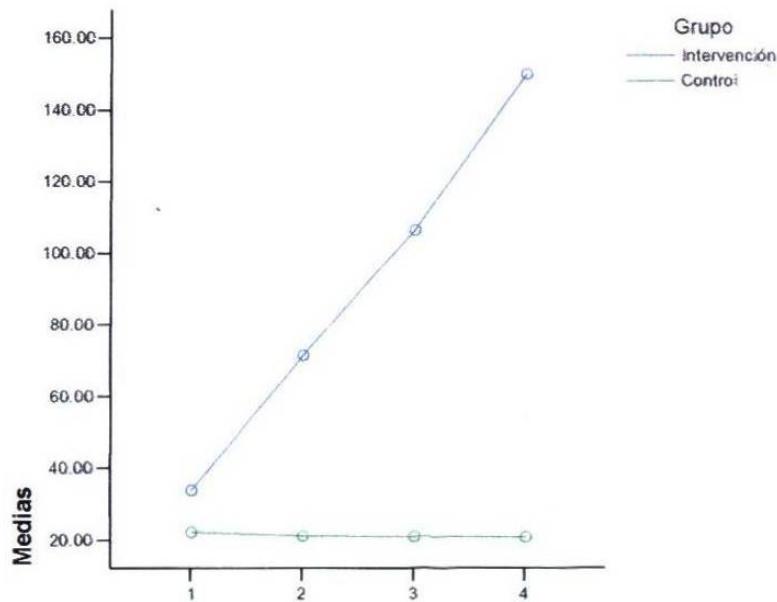
grupo de intervención y una línea prácticamente horizontal del grupo control

Tabla 26

*Diferencia de medias por tiempo para la 1RM del ejercicio de extensión de pierna derecha*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de $p$
	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE		
1	33.96	45.80	22.29	44.12	.82	.41
2	71.55	99.78	21.22	42.93	2.03	.04
3	106.34	117.47	20.98	43.00	2.99	.00
4	150.01	171.53	20.77	43.06	3.19	.00

**Fuerza muscular: 1RM - Extensión pierna derecha  
(En libras)**



**Figura 8.** Efecto tiempo por grupo de la 1RM del ejercicio de extensión de pierna derecha.

En conclusión al respecto de la hipótesis uno, dado que en todas las expresiones de



la variable fuerza muscular mostraron cambios significativos en la interacción tiempo por grupo, se concluye que la intervención mostró efectos sobre la fuerza muscular y se acepta la hipótesis de investigación a un nivel de significancia de .05. El tamaño del efecto de la intervención sobre la fuerza muscular va del 20% para extensión de pierna a 43% para flexión de pierna.

*Hipótesis dos.* La segunda hipótesis planteó los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento en su fuerza muscular percibida que aquellos en el grupo control. Para verificar esta hipótesis también se utilizó la prueba de mediciones repetidas de ANOVA. Los resultados para fuerza muscular percibida muestran que existe un efecto multivariado significativo de tiempo y de tiempo por grupo. El tamaño del efecto resultante para esta variable fue de 47% (tabla 27). Esto indica que la intervención fue efectiva al incrementar la fuerza muscular percibida.

Tabla 27

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para fuerza muscular percibida.*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	.734	4.46	.00	.26	
Tiempo*Grupo	527	11.08	.00	.47	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	4832.05	8.32	.00	.17
Error (intragrupo de sujetos)	39	580.44			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	320.30	3.32	.02	.07
Tiempo * Grupo	3	1870.59	19.40	.00	.33
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	96.41			

En la tabla 28 se muestran las medias resultantes por cada uno de los tiempos para la fuerza muscular percibida. Como puede observarse, el grupo de intervención muestra una media inicial baja pero presenta un incremento discreto y constante en los tiempos siguientes. Al contrario, el grupo control muestra una media alta en la medición uno, que baja a la segunda medición y se mantiene igual en las mediciones siguientes. Al finalizar la media del grupo de intervención es superior a la del grupo control y significativamente diferente.

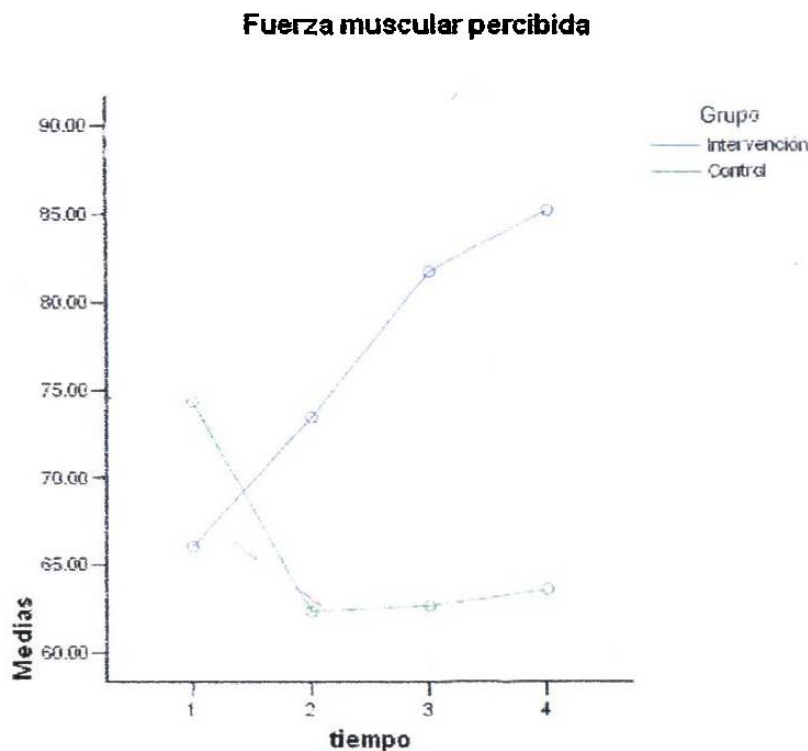
Tabla 28

*Diferencia de medias por tiempo para fuerza muscular percibida*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de $p$
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE		
1	66.05	13.81	74.34	10.95	-2.10	.04
2	73.43	19.23	62.33	13.27	2.11	.04
3	81.81	14.02	62.66	14.63	4.27	.00
4	85.22	15.93	63.65	13.90	4.58	.00

Posterior al análisis de los resultados al respecto de esta hipótesis, se puede resumir que la intervención resultó ser efectiva para incrementar la fuerza muscular percibida ya que el grupo de intervención mostró un incremento importante de esta variable, mientras que el grupo control decrece y luego permanece en un bajo nivel. Ante estos datos, se concluye que efectivamente los adultos mayores quienes participaron en el programa de resistencia muscular mostraron un mayor incremento de la fuerza muscular percibida que aquellos en el grupo control por lo que se acepta la hipótesis con un nivel de significancia menor a .05. La figura nueve muestra el

comportamiento de las medias a través del tiempo de ambos grupos.



*Figura 9.* Efecto tiempo por grupo de la fuerza muscular percibida.

*Hipótesis tres.* La tercera hipótesis planteó: los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento de su capacidad de caminata que aquellos en el grupo control.

La capacidad de caminata fue expresada por el número de pasos dividido entre el tiempo en una distancia determinada. Esta hipótesis también fue sometida a la prueba de mediciones repetidas de ANOVA. Los resultados muestran que existe un efecto multivariado significativo de tiempo y de tiempo por grupo (tabla 29); lo que indica que la intervención fue efectiva al incrementar la capacidad de caminata con un tamaño de efecto del 27%. Las fuentes de variación intrasujetos tiempo y tiempo por grupo, así como la variación intersujetos de grupo se muestran también altamente significativas al efecto de la intervención.

Tabla 29

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para capacidad de caminata*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	.748	4.16	.01	.25	
Tiempo*Grupo	.725	4.68	.00	.27	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
Inter-sujetos					
Grupo	1	2.84	17.91	.00	.31
Error (intragrupo de sujetos)	39	.15			
Intra-sujetos					
Tiempo	3	.129	6.33	.00	.14
Tiempo * Grupo	3	163	7.99	.00	.17
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	020			

El análisis de las medias puede ayudar a un entendimiento más profundo de su comportamiento en ambos grupos. Las medias presentadas por los grupos en cada uno de los tiempos se muestran en la tabla 30

Como puede observarse, el incremento de pasos por tiempo es poco evidente de un tiempo a otro; los datos muestran que los grupos son estadísticamente iguales en la medición inicial pero al paso del tiempo se vuelven diferentes significativamente. El grupo de intervención en el tiempo dos se mantiene igual, mientras que el grupo control decrece un poco lo que contribuye a que haya diferencia estadística. A partir de este tiempo ambos grupos se mantienen igual, la diferencia que se mantiene hasta la final fue suficiente para mostrarse estadísticamente significativa a partir del tiempo dos y mantenerse así en los tiempos siguientes. La figura 10 muestra gráficamente el comportamiento de las medias en los dos grupos.

Tabla 30

*Diferencia de medias por tiempo para capacidad de caminata*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de $p$
	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE		
1	1.99	.24	1.92	.24	.98	.33
2	1.99	.25	1.69	.25	3.8	.00
3	2.00	.25	1.67	.16	4.83	.00
4	2.04	.22	1.69	.21	5.01	.00

Capacidad de caminata (pasos/tiempo)

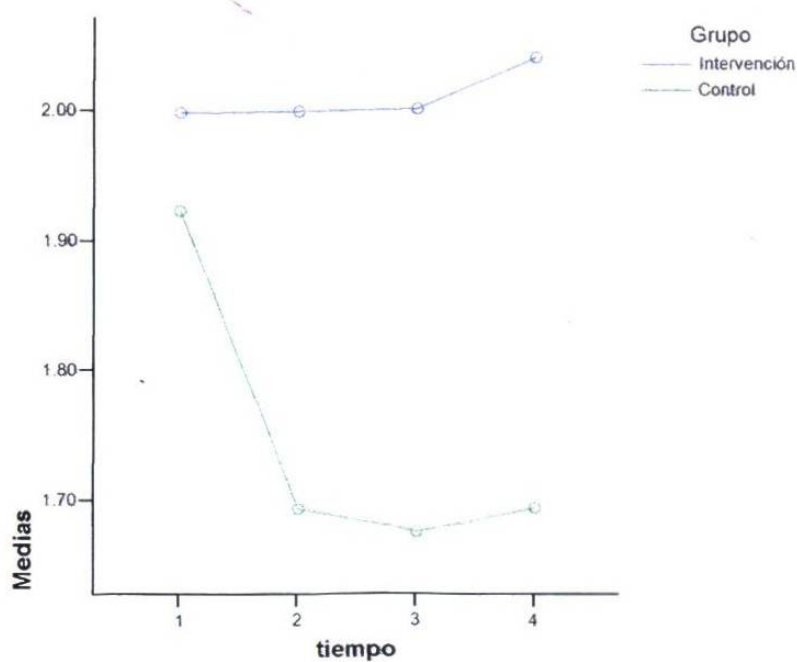


Figura 10. Efecto tiempo por grupo de la capacidad de caminata.

Posterior al análisis de los resultados al respecto de esta hipótesis, es posible decir que la interacción multivariada muestra ser estadísticamente significativa y con ello concluir que la intervención fue efectiva por lo que se acepta la hipótesis. Sin

embargo, el comportamiento de la variable a través del tiempo en ambos grupos precisa de cautela al respecto de la conclusión y explorar más a fondo esta variable.

*Hipótesis cuatro.* Esta hipótesis planteó que los adultos mayores quienes participen en el programa de resistencia muscular mostrarán mayor incremento de su espacio de movilidad vital que aquellos en el grupo control.

Los resultados de mediciones repetidas para ANOVA muestran efecto significativo para la interacción tiempo por grupo. No obstante, no se mostró significancia para efecto de tiempo. El análisis de los efectos intrasujetos e intersujetos muestran nuevamente que solamente el efecto de interacción tiempo por grupo es significativa (tabla 31).

Tabla 31

*Resumen de la prueba ANOVA de mediciones repetidas para espacio de movilidad vital*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$	
Tiempo	845	2.27	.09	.15	
Tiempo*Grupo	.668	6.12	.00	.33	
Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Valor de p</i>	$\eta^2$
<b>Inter-sujetos</b>					
Grupo	1	681.84	1.58	.21	.03
Error (intragrupo de sujetos)	39	429.50			
<b>Intra-sujetos</b>					
Tiempo	3	188.65	2.42	.06	.05
Tiempo * Grupo	3	648.35	8.33	.00	.17
Error (intragrupo de tiempo * sujetos)	117	77.77			

Las medias a través del tiempo de esta variable (tabla 32) muestran que tanto del grupo de intervención como del grupo control reflejan ligeros cambios en sus medias que sólo alcanzan a mostrar una diferencia estadísticamente significativa hasta el tiempo tres.

Tabla 32

*Diferencia de medias por tiempo para espacio de movilidad vital*

Tiempo	Grupo de intervención (n= 22)		Grupo Control (n=19)		$t_{(39)}$	Valor de p
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE		
1	58.58	16.14	64.91	16.25	-1.24	.22
2	65.65	13.24	63.35	9.47	.62	.53
3	69.69	12.44	61.01	9.02	2.51	.01
4	72.72	14.02	61.01	9.02	3.12	.00

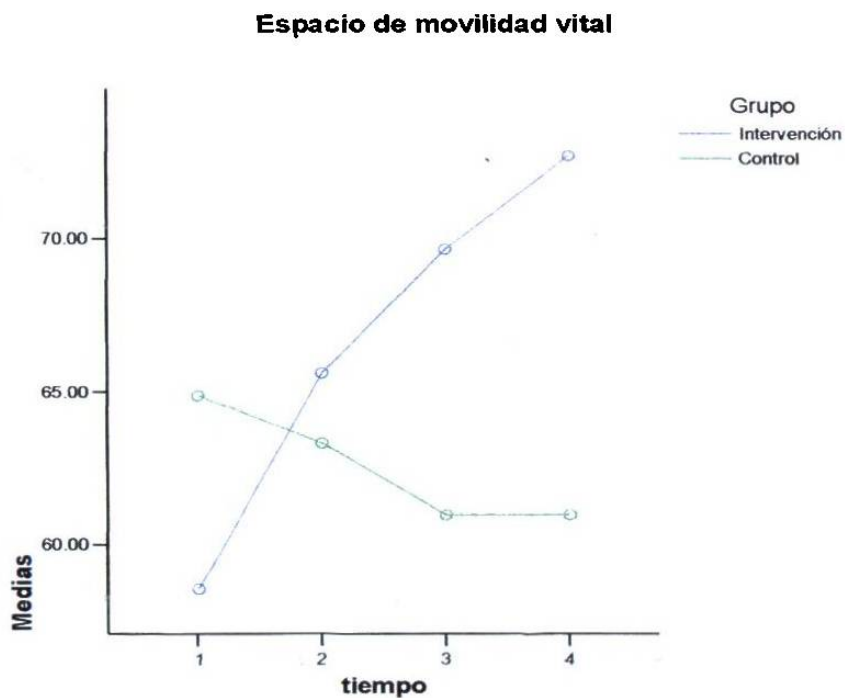


Figura 11. Efecto tiempo por grupo del espacio de movilidad vital

Posterior al análisis de los resultados y dado que la interacción resulta significativa, al mismo tiempo que la diferencia de medias explica por que en el modelo no alcanza a ser significativo el efecto de tiempo y grupo en la fuente de variación intra e intersujetos respectivamente, se acepta la hipótesis de investigación y se concluye que los adultos mayores quienes participaron en el programa de resistencia muscular mostraron mayor incremento de su espacio de movilidad vital que aquellos en el grupo control

*Hipótesis cinco.* Esta hipótesis planteó, en el grupo de intervención, la mejora en la capacidad de caminata será determinada por la mejora en la fuerza muscular y la fuerza muscular percibida. En el modelo estadístico de regresión lineal, las variables fuerza muscular y fuerza muscular percibida se introducen como variables independientes, mientras que la variable capacidad de caminata se introduce como variable dependiente. En la tabla 33 se puede observar el resumen de la prueba, en ella se muestra que el modelo no se aprueba. Se concluye que la mejora en la fuerza muscular y la mejora en la fuerza muscular percibida no determinan la mejora en la capacidad de caminata por lo que se rechaza la hipótesis de investigación.

Tabla 33

*Resumen de análisis de regresión para fuerza muscular y fuerza muscular percibida como predictoras de la capacidad de caminata*

Coefficientes	<i>B</i>	<i>EE</i>	$\beta$	<i>t</i>	<i>Valor de p</i>
Constante	1.62	.26		6.03	.00
Fuerza muscular	7.70E-05	.00	.02	.11	.90
Fuerza muscular percibida	.00	.00	.33	1.49	.15

$F_{(2,19)} = 1.31; p = .29; R^2 = .12$



*Hipótesis seis.* Esta hipótesis planteó que: en el grupo de intervención, la mejora en el espacio de movilidad vital será determinada por la mejora en la fuerza muscular y la fuerza muscular percibida mediada por la capacidad de caminata. Para probar esta hipótesis, de acuerdo al planteamiento, era necesario que primeramente se aprobara la hipótesis cinco; sin embargo, al haber sido rechazada esta hipótesis se rompe el supuesto de la mediación. En consecuencia se rechaza también la hipótesis seis.

No obstante, es importante reportar aquí un hallazgo adicional que explica el comportamiento del efecto que las variables fuerza muscular, fuerza muscular percibida y capacidad de caminata tienen sobre el espacio de movilidad vital. Para ello, se discuten aquí cuatro modelos. El primer modelo analiza el efecto que las variables fuerza muscular, fuerza muscular percibida y capacidad de caminata tienen sobre el espacio de movilidad vital. En los tres modelos siguientes, se analiza el efecto de las variables en forma individual

Tabla 34.

*Resumen de análisis de regresión para fuerza muscular, fuerza muscular percibida y capacidad de caminata como predictoras del espacio de movilidad vital.*

Coeficientes	<i>B</i>	<i>EE</i>	$\beta$	<i>t</i>	Valor de <i>p</i>
Constante	7.98	20.84		.38	.70
Fuerza muscular	.08	.03	.44	2.66	.01
Fuerza muscular percibida	.26	.15	.29	1.67	.11
Capacidad de caminata	17.37	10.42	.28	1.66	.11

$F_{(3,18)} = 7.18; p = .00; R^2 = .54$

El primer modelo resulta significativo, sin embargo al analizar el peso de cada una de las variables resulta que sólo la fuerza muscular contribuye a la significancia del

modelo (tabla 34). Cada una de las variables se introdujo por separado para analizar el comportamiento del efecto. La tabla 35 muestra que la fuerza muscular se mantiene altamente significativa y la varianza explicada aumenta con respecto a la del modelo general.

Tabla 35.

*Resumen de análisis de regresión para fuerza muscular como predictora del espacio de movilidad vital.*

Coeficientes	<i>B</i>	<i>EE</i>	$\beta$	<i>t</i>	Valor de <i>p</i>
Constante	63.68	3.78		16.82	.00
Fuerza muscular	.10	.03	.58	3.18	.00

$F_{(1,20)} = 10.11; p = .01; R^2 = .58$

Es interesante notar que las variables fuerza muscular percibida y capacidad de caminata, que no resultaron significativas en el modelo general, se tornan altamente significativas cuando se analizan por separado.

Tabla 36.

*Resumen de análisis de regresión para fuerza muscular percibida como predictora del espacio de movilidad vital.*

Coeficientes	<i>B</i>	<i>EE</i>	$\beta$	<i>t</i>	Valor de <i>p</i>
Constante	32.39	14.36		2.25	.03
Fuerza muscular percibida	.47	.16	.53	2.85	.01

$F_{(1,20)} = 8.14; p = .01; R^2 = .28$

Así entonces, la fuerza muscular percibida explica un 28% de la varianza del espacio de movilidad vital (tabla 36) cuando se introduce sola como variable independiente. Igualmente, la capacidad de caminata muestra un efecto significativo para explicar el 19% de la varianza estadística de la variable espacio de movilidad vital (tabla 37).

Tabla 37.

*Resumen de análisis de regresión para capacidad de caminata como predictora del espacio de movilidad vital.*

Coeficientes	<i>B</i>	<i>EE</i>	$\beta$	<i>t</i>	Valor de <i>p</i>
Constante	16.77	25.25		.66	.51
Capacidad de caminata	27.40	25.25	.44	2.22	.03

$F_{(1,20)} = 4.96, p = .03, R^2 = .19$

En base a estos resultados, se puede concluir, que si bien no se acepta la hipótesis planteada en la que la capacidad de caminata era una variable mediadora entre a) la fuerza muscular y la fuerza muscular percibida y b) el espacio de movilidad vital; es evidente que juegan un papel importante al ser determinantes para el espacio de movilidad vital por separado. Es importante hacer notar también que el mayor peso en la explicación la tiene la fuerza muscular, ya sea en conjunto con la fuerza muscular percibida y la capacidad de caminata o en forma individual.

*Hipótesis siete.* Esta hipótesis planteó que en el grupo de intervención, la actitud hacia el ejercicio determinará la participación en el programa de ejercicio de resistencia muscular. Este planteamiento fue también probado a través de un modelo

de regresión lineal, en el cual se introdujo a la actitud hacia el ejercicio y la participación en el programa como variable dependiente.

Los resultados muestran que no existe efecto estadísticamente significativo de la actitud hacia el ejercicio sobre la participación en el programa (tabla 38), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de investigación.

Tabla 38.

*Resumen de análisis de regresión para actitud hacia el ejercicio como predictora de la participación en el programa de resistencia muscular.*

Coeficientes	<i>B</i>	<i>EE</i>	$\beta$	<i>t</i>	Valor de <i>p</i>
Constante	298.17	152.99		1.94	.06
Actitud hacia el ejercicio	-2.58	1.68	-.32	-1.53	.14

$F_{(1,20)} = 2.35; p = .14; R^2 = .10$

**Hipótesis ocho** Esta hipótesis planteó, en el grupo de intervención, el índice de masa músculo-esquelética estará directamente asociado con la fuerza muscular en los adultos mayores. El análisis de correlación mostrada al inicio del capítulo nos muestra que, al inicio del programa, en el grupo de intervención la relación fue muy débil y no significativa ( $r_s = .10; p > .05$ ). Al final de la intervención el comportamiento de la relación es el mismo ( $r_s = .00, p > .05$ ); por lo que se puede concluir que el índice de masa músculo-esquelética no se asocia con la fuerza muscular y por tanto, se rechaza la hipótesis de investigación

**Pregunta de investigación.** La pregunta planteada adicional a las hipótesis, cuestionó: ¿existe un efecto de la actitud hacia el ejercicio sobre la fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital en el

grupo control? Esta pregunta fue explorada a través de un modelo de regresión lineal múltiple. Los resultados muestran que no existe efecto de la variable actitud hacia el ejercicio sobre las denominadas variables resultado capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital en el grupo control (tabla 39). Con estos resultados se puede responder a la pregunta que en el grupo control, la actitud hacia el ejercicio no tiene efecto sobre las variables exploradas.

Tabla 39

*Resumen de análisis de regresión para actitud hacia el ejercicio como predictora de la fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital en el grupo control.*

Contrastes Multivariados	<i>A</i>	<i>F<sub>(1,17)</sub></i>	<i>Valor de p</i>
Actitud hacia el ejercicio	.664	1.77	.19

## Capítulo IV

### Discusión

En este capítulo se discuten los resultados de las ocho hipótesis y la pregunta de investigación a la luz de los aspectos teóricos de la teoría de Roy (Roy & Andrews, 1999) y de la literatura previamente revisada. De acuerdo al modelo de Roy, se consideró la funcionalidad física en el adulto mayor como la conducta o respuesta adaptativa en tres modos: modo fisiológico, modo de autoconcepto y modo de interdependencia. En el modo fisiológico la funcionalidad física estuvo representada por la fuerza muscular y la capacidad de caminata. En el modo de autoconcepto la expresión fue a través de la fuerza muscular percibida y en el modo de interdependencia se consideró el espacio de movilidad vital.

Para Roy, cuando la enfermera interviene, promueve la adaptación modificando los estímulos o fortaleciendo los modos adaptativos. Fue así, que se probó el efecto de un programa de ejercicio de resistencia muscular con la intención de que a través de este estímulo se fortalecieran los modos adaptativos que representan la funcionalidad física. Los resultados muestran que si existe un efecto sobre éstos; las primeras cuatro hipótesis exploraron específicamente el efecto del programa de ejercicio de resistencia muscular en las cuatro variables resultado que representan la funcionalidad física del adulto mayor: fuerza muscular, fuerza muscular percibida, capacidad de caminata y espacio de movilidad vital.

La fuerza muscular en cada uno de los ejercicios en los que fue valorada mostró un importante incremento y el efecto de la intervención varió para cada ejercicio entre un 20 a un 43%. Estos resultados son congruentes con lo reportado por otros investigadores que han reportado incremento de la fuerza muscular en otros programas de resistencia muscular, aunque con ligeras variaciones. Doherty et al. (2002) reportaron un tamaño de efecto de 37.1% para presión de pierna, un poco

mayor del presentado en este estudio (33%) Jette et al (1998) reportaron un tamaño de efecto del 17% para flexión de pierna y del 21% para extensión de pierna, diferente a lo presentado en esta muestra donde se alcanzó un tamaño de efecto de 42% para flexión de pierna y de 20% para extensión de pierna.

Sin embargo, Fielding et al (2002) y Hunter et al (2001) reportaron efectos visiblemente mayores (48 a 257%). Una posible explicación es que en estos estudios usaron además de la resistencia muscular otras combinaciones de ejercicios. La intensidad puede ser otra posible explicación para estas variaciones de efecto, en el presente estudio la intensidad inició a un 40% y se alcanzó hasta un 60% de 1RM, mientras que en la mayoría de los estudios revisados la intensidad permitida fue de un 80% de la 1RM. Estudios que han revisado las diferencias del efecto de ejercicio de resistencia muscular en base a su intensidad (Seynnes et al., 2004; Vreede et al., 2005) señalan al respecto que puede haber una variación en el tamaño de efecto pero que tanto a intensidad máxima como a intensidad moderada se alcanza un efecto suficiente para mejorar la fuerza muscular de los adultos mayores.

La gran variabilidad de respuesta que se presentó en el grupo de entrenamiento, manifestada por las desviaciones estándar altas, obligan a pensar en los mecanismos del incremento de la fuerza que podrán explicar estas variaciones. Aunque no fue objetivo de la presente investigación determinar estos mecanismos, otros estudios reportan que las adaptaciones neurales, el incremento en el área transversal del muslo y la dureza del tendón determinan el incremento de la fuerza muscular (Barry & Carson, 2004; Vincent et al., 2002). Estudios futuros podrán dirigirse a explorar esta variabilidad.

Al respecto de la fuerza muscular percibida, en este estudio se demuestra que la intervención fue efectiva al incrementar la fuerza muscular percibida con un tamaño de efecto del 47%. Esto confirma el supuesto de Roy que al modificarse un modo otro puede ser afectado; el modo fisiológico sirvió de estímulo para modificar el modo de

autoconcepto. La variable fuerza muscular percibida no había sido probada ampliamente en estudios de intervención, así este resultado permite confirmar lo reportado por Topp et al. (1996) quienes lo refirieron como uno de los beneficios reportados por los participantes después de un programa de ejercicio de resistencia muscular. Al finalizar la intervención, la fuerza muscular percibida mostro estar relacionada con la participación en el programa, lo que concuerda con otros estudios que la han reportado estar relacionada con la practica deportiva, el ejercicio, el acondicionamiento físico y la participación en un programa (Sibbit & Doyle, 1998; Stathi et al , 2002).

La relación de la fuerza muscular con la fuerza muscular percibida ha mostrado en la literatura resultados contradictorios; sin embargo, en el presente estudio se muestra que al final del programa, en el grupo de intervención, la fuerza muscular se relaciona significativamente con la fuerza muscular percibida. Así entonces se demuestra que a mayor fuerza muscular, mayor fuerza muscular percibida lo que es congruente por lo reportado por Topp et al. (1996), y Marsh & Sonstroem (1995). Y en consecuencia, refuta lo reportado por Myers-Hankey et al (1996) y Thompson et al. (1996) quienes afirmaron que cambios en variables psicológicas no dependen de cambios fisiológicas.

El comportamiento de la variable en ambos grupos es digno de realizar una conclusión adicional. Es interesante que al inicio del programa la media de fuerza muscular percibida fuese mayor en el grupo control que la del grupo de intervención y que ésta fue descendiendo en los tiempos siguientes. Una posible explicación a este hecho es que la percepción de la fuerza cambió a partir de la experiencia vivida con la medición de la fuerza muscular. Las participantes en el grupo control frecuentemente mencionaban después de la medición de la fuerza que ellas creían que podían más. Por otro lado, los participantes en el grupo de intervención pueden haber tenido un referente más objetivo al ir cambiando el nivel de banda en el programa; los



participantes dijeron en entrevista final que para ellos era muy significativo ir cambiando el color de banda después de una medición, ya que eso quería decir que iban avanzando. Así entonces, la experiencia vivida de diferente manera podría haber influido en la percepción de la fuerza y explicar el comportamiento de las medias en ambos grupos.

Referente a la capacidad de caminata, la intervención también mostró ser efectiva para esta variable en un efecto significativo 27%, pese a que Ades et al. (1996) reportaron un tamaño de efecto de 38%. Sin embargo, estos autores consideraron en la capacidad de caminata indicadores como amplitud y longitud del paso. En el mismo sentido, Topp et al. (1996) reportaron que en una intervención similar los adultos mayores incrementaron la velocidad de caminata en un 3.4%, los resultados en este estudio muestran un incremento en la capacidad de caminata menor. Es posible que los participantes no alcanzaran aún la máxima expresión de la capacidad de caminata, necesario para lograr incrementar la velocidad.

El espacio de movilidad vital represento en este estudio el modo de interdependencia. Esta variable no había sido explorada en este sentido, ni en estudios de intervención. El efecto de la intervención mostrado confirma lo hipotetizado por Hunter et al. (2004) quienes afirmaron que la fuerza muscular promueve la participación en actividades espontaneas y por Baker et al. (2003) quienes asumieron que a través de intervenciones diseñadas para habilitar a las personas a mantenerse independientes podría mejorarse el espacio de movilidad vital.

El abordaje del concepto de espacio de movilidad vital es importante en el cuidado gerontológico; las restricciones de movilidad espacial implican no solo restricciones de independencia en las actividades de la vida diaria, sino que además puede relacionarse con aislamiento social y con privación del desarrollo de interacciones que pueden ser vitales para el adulto mayor tales como la oportunidad de relacionarse con sus pares y la obtención de beneficios sociales.

La complejidad de las relaciones sociales ha estado basada en una cada vez más sofisticada tecnología que contribuye a cambios en los patrones de movilidad. El crecimiento de las ciudades durante el siglo veinte representó un incremento constante en la movilidad y en las interconexiones entre los lugares, regiones, ciudades y países alrededor del mundo por lo que el espacio de movilidad vital se ha convertido en una importante necesidad de la vida diaria de las comunidades (Mello & Marandola, 2004) Es por ello que este concepto toma especial relevancia cuando es estudiado en una metrópoli como lo es la ciudad de Monterrey; la vida de la ciudad está relacionada con la necesidad de mayor transportacion y mayores demandas físicas y atencionales que obligan a los adultos mayores a auto-limitarse en su espacio de movilidad

Este estudio muestra que es posible expandir el espacio de movilidad a partir del fortalecimiento de variables fisiológicas, como la fuerza muscular y capacidad de caminata, y psicológicas, como la fuerza muscular percibida. Si bien es necesario relacionar este constructo con variables de tipo económico, político, cultural y social; enfermería puede empezar a proponer el desarrollo del constructo en el ámbito de la gerontología a fin de proponer programas que integren la preservación y mejora del espacio de movilidad vital como objetivo en el cuidado de los adultos mayores.

El desarrollo del constructo espacio de movilidad vital puede fundamentarse en teorías filosófica y epistemológicamente compatibles con el modelo de adaptación de Roy como las teorías sociales de la gerontología que tratan sobre la adaptación de los adultos mayores a su ambiente. Estas teorías suponen que los adultos mayores permanecen psicológica y socialmente ajustados a su ambiente si se mantienen activos (teoría de la actividad) y valoran las relaciones humanas como un proceso transaccional en el cual los adultos mayores modelan la conducta (teoría de intercambio social).

Las hipótesis cinco y seis plantearon las posibles relaciones y variables determinantes derivadas de la literatura específica revisada y del modelo de adaptación

de Roy. Las hipótesis fueron rechazadas y se concluyó que la mejora en la fuerza muscular y la mejora en la fuerza muscular percibida no determinan la capacidad de caminata y por lo tanto ésta última no puede estar funcionando como mediadora entre las primeras y el espacio de movilidad vital.

El efecto de la intervención mostró que fue efectiva al incrementar la capacidad de caminata; sin embargo, la relación entre fuerza muscular y capacidad de caminata parece estar influida por otras variables. De acuerdo a la literatura revisada se tenían fundamentos para pensar que la capacidad de caminata fungiría como mediadora dada la importancia de la fuerza muscular en la función de caminar. Investigaciones previas reportaron que la fuerza muscular de la pierna determina la capacidad de caminar libremente (Evans, 1995; Hunter et al., 1995; Marcus, 1995) y en particular, que la fuerza de los músculos de la pantorrilla, cuádriceps, abductores y flexores de la cadera fueron predictores importantes del efecto en el incremento de la velocidad de caminata y características de la misma tales como amplitud y longitud del paso. Pese a que los músculos reportados fueron los trabajados en el programa, la fuerza muscular no determinó la capacidad de caminata.

Roy & Andrews (1999) plantean la necesidad subyacente de la integridad fisiológica dentro del modo fisiológico. Esto es, el grado de complejidad alcanzada para adaptarse a los cambios necesarios. Al respecto de la capacidad de caminata, en este estudio se mostró que la intervención fue efectiva, sin embargo, como fuente de explicación fisiológica para ella sólo se abordó la fuerza muscular, y como fue encontrado por Kwon et al (2001), la fuerza muscular sólo puede predecir un nivel determinado la capacidad de caminata.

Kwon et al. (2001) encontraron resultados igualmente controversiales, en un segundo análisis de los resultados explicaron que el efecto de la fuerza muscular resulta ser significativo sólo a un nivel de fuerza específico en el que intervienen las reservas funcionales. En niveles en los que la capacidad de caminata se vuelve

constante, la fuerza muscular pareciera no ser una determinante. Entonces, es necesario profundizar al respecto de otras determinantes que pueden estar involucradas.

La flexibilidad, la capacidad de articulación de tobillo, el tope máximo alcanzado de capacidad de caminata y la velocidad de la acción muscular, variables que no fueron objeto de estudio en esta investigación, pero pueden haberse visto afectadas por la intervención y así explicar que el programa fue efectivo y no sea la fuerza muscular la variable predictora del efecto. Por lo que será necesario estudiar en una forma más compleja e integrada el efecto del programa de resistencia muscular en la fisiología músculo-esquelética involucrada en la capacidad de caminata.

Otra posible explicación se encuentra en el proceso de afrontamiento. De acuerdo con Roy, los estímulos activan los procesos de afrontamiento asociados con el funcionamiento fisiológico y las respuestas resultantes son las conductas fisiológicas. Este estudio no incluyó el proceso de afrontamiento fisiológico que de acuerdo con Roy pueden estar regulando y abarcando el funcionamiento fisiológico de la persona.

La flexibilidad, capacidad de articulación de tobillo y la velocidad de acción muscular, variables identificadas también como importantes en la capacidad de caminata, y al mismo tiempo, relacionadas con la función neurológica pueden estar funcionando como mecanismos regulatorios de afrontamiento. Roy afirma que los canales neurológicos son parte integral de los mecanismos regulatorios de afrontamiento de la persona y describe además, que éstos “funcionan para controlar y coordinar los movimientos corporales, la conciencia y los procesos cognitivo-emocionales” (Robertson, como se cita en Roy & Andrews, 1999, p 103).

Sin embargo, lo que sí se puede probar del modelo de Roy en este estudio, es el supuesto que un estímulo puede estar afectando a varios modos simultáneamente. Los resultados de la presente investigación muestran que el programa de resistencia muscular, identificado como un estímulo focal, tuvo efecto sobre las cuatro variables

resultado propuestas: fuerza muscular, fuerza muscular percibida, capacidad de caminata y espacio de movilidad vital. Así en acuerdo a lo planteado por Roy, el estímulo focal representado por el programa de resistencia muscular afecta los modos fisiológicos: fuerza muscular y capacidad de caminata, modo de autoconcepto: fuerza muscular percibida y el modo de interdependencia espacio de movilidad vital.

Igualmente, Roy plantea que la conducta en un modo puede tener un efecto, o actuar como un estímulo, sobre otros modos. En el estudio se probó también que la mejora en el espacio de movilidad fue determinada por la mejora en la fuerza muscular, fuerza muscular percibida y capacidad de caminata. Es decir, el modo fisiológico y el modo de autoconcepto actúan como estímulo para el modo de interdependencia.

La actitud hacia el ejercicio fue propuesta como una variable determinante para la participación en el programa en el grupo de intervención; estadísticamente se mostró que no existe efecto de la actitud hacia la participación en el programa. Estos resultados contradicen lo reportado por estudios previos que dan a la actitud un poder explicatorio de hasta un 38% de la varianza para la práctica de ejercicio (Blanchard, Couerneya, Rodgers et al., 2002; Chang, et al., 2003; Kerner et al., 2001; Rosen, 2000). Contrariamente, Schneider et al. (2004) establecieron que esta variable no predice la participación en los programas de ejercicio de resistencia muscular.

En este estudio la actitud representó un estímulo contextual; de acuerdo con Roy, éstos contribuyen al efecto del estímulo focal. Sin embargo, los resultados aquí presentados no apoyaron este supuesto. La poca variabilidad mostrada por las altas medias y pequeñas desviaciones estándar presentadas para la variable, posiblemente impidió reflejar el efecto de la actitud sobre la participación.

Además de la actitud no se exploró alguna otra variable que explicara la participación al programa, sin embargo, al preguntarles a las participantes que finalizaron el programa que les hizo permanecer en el mismo, las expresiones

involucraron aspectos de compromiso para la acción (“yo me comprometí a participar”, “me comprometí, inclusive le firmé el consentimiento, y yo cumplo”) y beneficios percibidos (“me empecé a sentir diferente desde la primera semana”, “mis calambres y dolores se me fueron prácticamente quitando”, “yo me sentí mejor, incluso mi familia me decía que caminaba más rápido”).

Por otro lado, en el grupo control se exploró la actitud hacia el ejercicio como posible determinante de las variables resultado. Los análisis realizados muestran que tampoco en este caso se reflejó efecto alguno sobre las variables fuerza muscular, fuerza muscular percibida, capacidad de caminata y espacio de movilidad vital. Este resultado no es sorprendente ya que, pese a que a este grupo se le entregó un tríptico con las recomendaciones de ejercicio comunes para los adultos mayores, se esperaba que lo que verdaderamente hiciera la diferencia fuera la participación en el programa de resistencia muscular.

Finalmente, se exploró la posible relación del índice de masa músculo-esquelética con la fuerza muscular. Aun cuando esta relación ya ha sido confirmada por investigaciones previas (Hunter et al., 2001, Roubenoff, 2003), esta correlación no resultó significativa ni al inicio, ni al final del programa. Es pertinente decir primero que los índices de masa músculo-esquelética obtenidos por los participantes no alcanzaron niveles de sarcopenia; es decir, la masa músculo-esquelética de los participantes aún cuando se encontró por debajo de los niveles óptimos para la edad, no reflejan un deterioro suficiente para considerarlo como pérdida derivada de la síntesis proteica que conducen a la sarcopenia en grados avanzados. Sin embargo, era de esperarse que aquellos con mayor masa músculo-esquelética presentaran mayores incrementos en la fuerza muscular. Por ello, los resultados al respecto de esta variable deben ser tomados con la cautela necesaria.

### *Conclusiones*

De acuerdo con Roy, el compromiso social de enfermería como disciplina es contribuir a la salud, enfocándose en los procesos de vida. A través de la investigación el modelo de adaptación guía el entendimiento de estos procesos y de cómo las personas afrontan la salud y lo que puede hacerse para mejorar el proceso adaptativo. En esta investigación, el modelo permitió avanzar en el entendimiento del fenómeno de la funcionalidad física; los hallazgos permitieron probar parcialmente el modelo de rango medio derivado del modelo de adaptación de Roy.

Los conceptos de Roy proponen que la intervención de enfermería para la promoción y cuidado de la salud puede realizarse a través del cambio en los estímulos o el fortalecimiento de los modos. El programa de resistencia muscular propuesto como el estímulo focal dirigido a provocar una respuesta en los modos fisiológico, de autoconcepto e interdependencia tuvo efecto sobre la fuerza muscular, capacidad de caminata, fuerza muscular percibida y espacio de movilidad vital de los adultos mayores.

Al mismo tiempo, se apoyó la afirmación de Roy que cuando un modo es afectado, éste resulta un estímulo para uno o el resto de los modos, al probarse que el incremento en el espacio de movilidad vital está determinado por el incremento en la fuerza muscular, fuerza muscular percibida y capacidad de caminata. Sin embargo, los mecanismos a través de los cuales estos estímulos funcionan aún no son claros. Es necesario involucrar el constructo de proceso de afrontamiento, también propuesto por Roy, que puede ampliar las explicaciones necesarias para un mayor entendimiento del fenómeno de la funcionalidad física en el adulto mayor

Para Roy, los estímulos contextuales contribuyen al efecto del estímulo focal. La actitud hacia el ejercicio que representó el estímulo contextual en este estudio no prueba esta afirmación. Sin embargo, otro concepto que surge y que puede ser considerado en la explicación de la participación y retención en programas de ejercicio

es el compromiso para la acción

Clinicamente, los hallazgos del presente estudio permiten concluir que es posible incrementar la fuerza muscular de los adultos mayores a través de la práctica de ejercicio de resistencia muscular con bandas elásticas. Los beneficios obtenidos adicionalmente en la fuerza muscular percibida, capacidad de caminata y espacio de movilidad vital permiten confirmar que en general, fue benéfico para la funcionalidad física de los participantes. El tamaño de efecto alcanzado en cada una de las variables muestra la magnitud del avance que pueden lograr los adultos mayores cuando participan regularmente en un programa de ejercicio diseñado y ejecutado por enfermeras. Es posible afirmar también que el espacio de movilidad vital es un área poco explorada en los adultos mayores, en la cual enfermería tiene un campo de acción virgen en el que podría desarrollar aportaciones importantes en la investigación y práctica gerontológica.

### *Limitaciones*

Algunas amenazas a la validez tanto interna como externas identificadas antes y durante el desarrollo de la investigación trataron de ser compensadas. Los facilitadores y asistentes de investigación participaron en un programa de entrenamiento por separado para asegurar la fidelidad en la entrega de la intervención y la aplicación adecuada de los instrumentos de medición. El investigador fungió como supervisor en las sesiones de entrenamiento y en los procesos de medición. A pesar de ello, es posible que pudiese haber existido algún tipo de error no aleatorio ya que no fue posible mantener para los asistentes de investigación el mecanismo de doble ciego en las mediciones.

Dado que la práctica de ejercicio debe ser estrictamente voluntaria, es posible tener sesgo de auto-selección. Sin embargo, la aleatorización de los sujetos minimiza este riesgo. Probablemente se presentó un efecto Hawthorne con el instrumento de



actitud hacia el ejercicio, donde se reflejan las expectativas que los participantes tuvieron sobre si mismos en referencia a la práctica de ejercicio.

Otra probable amenaza a la validez es al respecto de la capacidad de generalización que se ve limitada al tener en la muestra a la mayoría de mujeres, con características particulares, por lo que los resultados de este estudio sólo pueden ser aplicados a poblaciones en condiciones similares a la estudiada.

aplicados a poblaciones en condiciones similares a la estudiada.

es

es, con

en ser