

Información general de proyecto

Código Interno	1602601-030	Supervisor/ Director Centro de Investigación	Edwin Arcesio Gómez
Nombre del proyecto de investigación	Efecto de la ingesta de suplementos de diferentes fuentes proteicas antes y después de ejercicios de fuerza sobre la masa muscular en adultos mayores	Fecha de inicio del proyecto.	Marzo 2016
Nombre del Investigador principal	Ángela Yazmín Gálvez Pardo	Fecha de finalización del proyecto.	Septiembre
Nombre de los co-investigadores	Laura Elizabeth Castro Jiménez Yennys González de los Ríos	Fecha de presentación del informe de avance.	27 de junio de 2016
Nombre de los auxiliares de investigación /estudiantes de semillero vinculados	Cristian Contreras Perdomo (asistente, tesis de grado) Laura Lorena Cadena (Egresada)	Fecha de presentación del informe de cierre	1 de noviembre
Grupo de Investigación/Semillero	Cuerpo, sujeto y educación	Centro de costos asignado	17454061
Nombre de la línea de investigación	Deporte y sociedad	Unidad académica	Facultad Cultura Física, deporte y Recreación

I. Informe final del proceso investigativo.

Efecto de la ingesta de suplementos de diferentes fuentes proteicas después de ejercicios de fuerza sobre la masa muscular en adultos mayores

Resumen

El envejecimiento se define como un deterioro relacionado con el tiempo y las funciones fisiológicas necesarias para la supervivencia y la fertilidad, caracterizado por un cambio fisiológico generalizado, existiendo una pérdida involuntaria de masa muscular y de su función, a lo cual se le denomina sarcopenia, ésta conduce a una disminución en la tasa metabólica, en la fuerza, una disminución en la actividad física, un aumento en la

incidencia de caídas y fracturas. Este deterioro natural se puede disminuir mediante unas prácticas de autocuidado como alimentarse balanceadamente y realizar ejercicio físico. El propósito de la investigación fue identificar el efecto al consumir suplementos con diferentes fuentes de proteínas, después de realizar ejercicios de fuerza sobre la masa muscular en adultos mayores. El diseño de la investigación fue cuantitativa cuasiexperimental, con dos grupos experimentales (GE1, GE2), uno de control (GC) a los cuales se les administró pre-prueba y post-prueba. Cada grupo fue intervenido con ejercicios de fuerza y diferentes maneras de suplementación nutricional (placebo, proteína vegetal y proteína animal con carbohidrato-grasa), durante 12 semanas. Los datos presentaron una distribución normal. Los resultados evidencian que la masa muscular presentó un aumento significativo en el GE1 (proteína animal, 9 g proteína, 32 g carbohidrato y 2 g de grasa) al ser evaluada la composición corporal mediante el método de análisis por bio-impedancia eléctrica. Además, la masa magra total presentó un mayor aumento (0,5 gramos) en este mismo grupo experimental (GE1), sin existir diferencias estadísticamente significativas, al ser evaluada la composición corporal mediante el método DXA. Ahora bien, al revisar las pruebas físicas, para la fuerza de resistencia pos-test se obtuvo diferencias significativas en el GE1 y al comparar la valoración antropométrica con las pruebas físicas este mismo grupo presentó una relación inversa muy alta entre el peso máximo levantado con el componente antropométrico de porcentaje graso. Por todo lo anterior se comprobó que la aplicación de un programa de fuerza y la suplementación nutricional aumenta la masa muscular y la fuerza del adulto mayor, siendo mayor en el GE con suplementación de proteína animal, carbohidrato y grasa.

✓ Palabras clave

Suplemento proteico, masa muscular, composición corporal, ejercicios de fuerza, adulto mayor.

✓ Marco teórico y estado del arte elaborado.

El envejecimiento se define como un deterioro, relacionado con el tiempo y las funciones fisiológicas necesarias para la supervivencia y la fertilidad; las características del



envejecimiento, a diferencias de las enfermedades del envejecimiento afectan a todos los individuos de todas las especies (Gilbert, 2000); se puede decir que desde que el hombre nace ya inicia el proceso de envejecimiento hasta llegar a la muerte. Estudios recientes han reportado que la duración de la vida está determinada por las características genéticas, existiendo componentes genéticos de senectud, sin embargo, estos pueden ser modulados mediante la alteración de genes o la dieta.

La senescencia en los seres humanos está caracterizada por un cambio fisiológico generalizado, existiendo una pérdida involuntaria de masa muscular y de su función (Timmerman y Volpi, 2008). Las pérdidas en el músculo esquelético ocurren de un 3 a 8% por década después de los 30 años y se acelera a medida que avanza la edad (Melton, Khosla, Riggs, 2000 citado por Timmerman, 2008). Lo anterior se conoce como sarcopenia, que etimológicamente procede del griego “sarco” referido a carne, músculo y “penia” deficiencia (Baumgartner et al., 1998). En 1989 Rosenberg “propuso el término de sarcopenia para describir la disminución de masa muscular y la función muscular relacionada con la edad” (Rosenberg, 1989 citado por Šteffl, Houdová, Miroslav, Kohlíková y Holmerová, 2013). Los cambios en el músculo esquelético incluyen la disminución no sólo del tamaño de miofibrilla sino además del número y la habilidad de las células satélite para activar y proliferar, después de una lesión muscular (Burks y Cohn, 2011). Todo lo anterior, provoca riesgos en la salud del adulto mayor que lo conduce a una disminución en la tasa metabólica, en la fuerza (Timmerman et al., 2008; Evans., 2010), una disminución en la actividad física, un aumento en la incidencia de caídas y fracturas; ahora bien, al presentar este serie de afecciones se requiere de un periodo de recuperación, que en la mayoría de casos se extiende a un tiempo considerable en cama e inactividad, lo que resulta en una atrofia por desuso (Burks et al., 2011).

Las causas de la sarcopenia se pueden resumir en factores tanto biológicos como ambientales. Entre los factores biológicos están aquellos que tienen un impacto directo sobre la función y la estructura del músculo. Al referirse a la función existe una marcada disminución en la fuerza, la potencia y la tasa para desarrollar fuerza (RFD), la reducción de la producción mecánica muscular conduce a una pérdida de la función durante las actividades típicas de la vida diaria, tales como levantarse de una silla, subir las escaleras y



el control del balance postural (Izquierdo, Aguado, González, López, HaÈkkinen, 1999; Aagaard, Suetta, Caserotti, Magnusson y Kjær, 2010).

En cuanto a la estructura del músculo existe primero una disminución en el número y tamaño de las fibras musculares, predominantemente las fibras tipo II (25-60%), mientras que las fibras tipo I se afectan menos (0- 25%) (Aagaard et al., 2010); en segundo lugar, un incremento en la apoptosis y las especies reactivas de oxígeno; por último, una disminución en la autofagia y mutaciones en el DNA mitocondrial. Debido al deterioro en la habilidad del músculo para remodelarse, las pérdidas de miofibrillas pueden estar acompañadas por infiltración del tejido adiposo, inflamación y tejido fibrótico ((Burks et al., 2011).

Con relación a los factores ambientales, referidos al estilo de vida, se encuentran la actividad física y la nutrición. El declive en la realización de actividad física incrementa la atrofia por desuso, existiendo unas pérdidas hasta del 30% del tejido muscular esquelético después de dos semanas de inmovilización en hombres adultos mayores, comparado con pérdidas solo de un 2% en hombres jóvenes (Carlson et al., 2009).

A continuación se aborda tanto la actividad física como la nutrición en el adulto mayor.

La actividad física en los adultos mayores, de acuerdo con las investigaciones debe ser trabajada desde el entrenamiento de fuerza. Es así como Evans (2010) examinó el efecto del entrenamiento de fuerza en adultos mayores usando intensidades del 80% del 1RM como entrenamiento de estímulo durante 12 semanas existió un incremento en el extensor y flexor de la rodilla de 107% ($P<0,0001$) y 227% ($p<0.0001$) respectivamente. Además, las fibras musculares tipo I y tipo II presentaron un incremento significativo (33,5 y 27,6% respectivamente). Revisemos el concepto de fuerza, sus manifestaciones y los diferentes tipos de test que se utilizan para realizar diagnóstico y seguimiento.

Fuerza y Manifestaciones de la Fuerza

La capacidad condicional de la fuerza, desde el punto de vista del ejercicio físico, es considerada por muchos autores en general, como la capacidad que permite vencer o



mantener una resistencia, generando una magnitud diferente en función del tipo de tensión o contracción muscular que se efectúe. Bompa (2000) lo define como la “capacidad neuromuscular de superar resistencias externas o internas gracias a la contracción muscular”. Por su parte Harman (1993) ofrece una definición de fuerza aplicable al ambiente deportivo cuando señala que es “la habilidad para generar tensión bajo determinadas condiciones definidas por la posición del cuerpo, el movimiento en el que se aplica la fuerza, el tipo de activación (concéntrica, excéntrica, isométrica o polimétrica) y la velocidad del movimiento” (p. 19). Esta definición puede relacionarse a la de Siff y Verkhoshansky (2000) cuando hablan de la fuerza como la “capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una tensión muscular bajo unas condiciones específicas” (p.20).

La manifestación de fuerza depende de la tensión, la velocidad y del tipo de activación producida. En la manifestación de la fuerza se producen dos relaciones que son de vital relevancia para entender el significado de la propia fuerza y su entrenamiento. La primera es la relación entre la producción de fuerza y el tiempo necesario para ello, y la segunda es la relación entre las manifestaciones de fuerza y la velocidad del movimiento.

Las contracciones musculares al producir fuerza, se manifiestan en función del objetivo o de una situación dada. De acuerdo a lo anterior, la fuerza se clasifica en: fuerza máxima, fuerza resistencia y fuerza velocidad. Para el caso específico de este estudio se hace referencia a la fuerza máxima y a la fuerza velocidad.

Platonov y Bulatova (1993) han definido la fuerza máxima como “las posibilidades máximas que el deportista puede demostrar durante una contracción muscular voluntaria” señalando que “el nivel de fuerza máxima se manifiesta en magnitud de las resistencias externas que el deportista vence o neutraliza con una completa movilización de las posibilidades de su sistema neuromuscular” (p.33).

Dentro de la fuerza máxima se distinguen los subtipos que se explican brevemente a continuación González (2000):

- Fuerza máxima estática o isométrica máxima: Se produce cuando el deportista realiza una contracción voluntaria máxima contra una resistencia insalvable. También se le conoce como fuerza máxima estática.



- Fuerza dinámica máxima: Es la expresión máxima de fuerza cuando la resistencia se puede desplazar una vez, o se desplaza ligeramente y/o transcurre a muy baja velocidad en una fase del movimiento.
- Fuerza máxima excéntrica: Se manifiesta cuando se opone la máxima capacidad de contracción muscular ante una resistencia que se desplaza en sentido opuesto al deseado por el deportista.
- Fuerza dinámica máxima relativa: Se puede definir como la capacidad muscular para imprimir velocidad a una resistencia inferior a aquella con la que se manifiesta la fuerza dinámica máxima. La mejora sistemática de esta manifestación de fuerza es un objetivo primordial del entrenamiento ya que es la expresión de fuerza durante la competición (p.16).

Dentro del mundo del entrenamiento deportivo, la forma más habitual y sencilla de evaluar la capacidad de fuerza máxima de un individuo es a través de la prueba de Repetición Máxima (1RM). En esta prueba, el sujeto evaluado moviliza la máxima carga posible con un grupo muscular dado. La RM puede calcularse de forma directa o bien de forma indirecta a través de las fórmulas aportadas por diferentes autores como Lander (1985), Brzycki (1993) y O'Conner et. al., (1989).

Por otra parte la fuerza de velocidad o fuerza rápida es la “capacidad del deportista para superar una resistencia con elevada rapidez de contracción” (Manno, 1999), mientras que para Platonov y Bulatova (1993) la fuerza velocidad es la “capacidad del sistema neuromuscular de movilizar el potencial funcional para lograr elevados índices de fuerza en el tiempo más breve posible” (p.33).

En la literatura, existen otros autores como Ortiz, Gue, Navarro, Poletaev y Rausell (1996), quienes diferencian entre fuerza explosiva y fuerza rápida basándose fundamentalmente en la magnitud de la resistencia a superar. En la fuerza explosiva, la resistencia es mínima, mientras que la aceleración es máxima. Sin embargo, en la fuerza rápida la resistencia, aunque no es máxima, es mayor y consecuentemente la aceleración su máxima.

Para Bosco (2000) la fuerza explosiva es la capacidad que tiene el músculo para desarrollar gradientes o desniveles de fuerza elevados en un espacio de tiempo breve. Este



mismo autor señala que este tipo de fuerza depende de multitud de factores como puede ser el tipo de movimiento a efectuar, las condiciones previas en que se encuentra el músculo (reposo o pre estiramiento) y sus características morfológicas (tipo de fibras), el nivel de entrenamiento del individuo, sus características nerviosas (frecuencia de impulsos, sincronización y coordinación intermuscular) y la situación hormonal en ese momento.

En el caso de la fuerza explosiva, también se distinguen varios subtipos que se resumen a continuación:

- Fuerza elástico–explosiva: Es la fuerza explosiva a la que se añade el componente elástico provocado por el estiramiento previo del músculo. Un porcentaje importante del resultado del movimiento se debe a la elasticidad.
- Fuerza elástica–explosivo–reactiva: En este tipo de fuerza se le agrega un componente de facilitación neuronal basado en el efecto del reflejo miotático, que interviene motivado por la mayor rapidez con que se produce el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA), con una transición muy corta.
- Fuerza explosiva tónica: Este tipo de fuerza se caracteriza por finalizar una contracción o llevar un periodo breve de contracción máxima isométrica, un ejemplo de ella sería realizar curl de bíceps con una contracción concéntrica rápida y finalizar con una contracción isométrica máxima.
- Fuerza explosivo balística: la fuerza se aplica a resistencias pequeñas, “aquí la fuerza motriz alcanza su máximo con rapidez durante las amplitudes inicial y media del movimiento y luego comienza a disminuir” (Verkhoshanski, 2002).

En la evaluación de la fuerza explosiva, teniendo en cuenta que la mayoría de las acciones motoras y deportivas se producen por la combinación de contracciones, las condiciones experimentales diseñadas para estudiar la producción de fuerza están normalmente encaminadas a examinar tipos diferentes de acciones de manera aislada. Sin embargo, la capacidad de salto ha sido utilizada generalmente como expresión de la potencia muscular. En general las pruebas de salto vertical se diseñaron con el fin de estimar la capacidad de los músculos extensores del tren inferior que generan potencia en un lapso de tiempo breve (Izquierdo y Aguado, 1997).

Con el objetivo de estandarizar esta evaluación Bosco diseña una batería de test formada por seis pruebas básicas que pasó a denominarse Batería de Bosco (Bosco, 1994). A pesar de existir otras pruebas estandarizadas para la evaluación de la capacidad de salto, es esta batería la que se ha venido utilizando de una manera más generalizada y de hecho, para la presente investigación se han seleccionado dos pruebas de esta batería.

Con relación a la nutrición, esta juega un papel importante para minimizar las pérdidas de masa muscular. La preservación de la masa muscular esquelética se consigue al mantener un equilibrio homeostático entre la síntesis y la degradación de proteína, esto empeora cuando se presenta problemas de anorexia, que está vinculada a la modulación de diferentes hormonas, como la leptina, la hormona del crecimiento, la testosterona y IGF-1 que contribuyen a la pérdida muscular (Morley, 2001). Por ello, el macronutriente que tiene un papel protagónico en la formación, mantenimiento y reparación muscular es la proteína, es necesario en el proceso de síntesis tener presente el tipo de proteína ingerida, los tiempos en los que se consume y el perfil de aminoácidos, a continuación se profundiza sobre cada aspecto.

Tipo de proteína: La proteína se diferencia de acuerdo a la tasa de digestión y a la composición en aminoácidos esenciales, lo cual en conjunto impacta el destino metabólico de la fuente de proteína ingerida (Reidy et al., 2014). De esta manera, la proteína puede venir de alimentos vegetales o animales, dependiendo de su origen así será el contenido de aminoácidos; la proteína animal contiene todo el perfil de aminoácidos (esenciales y no esenciales), mientras que la proteína vegetal puede tener algunos aminoácidos con un muy bajo contenido, por lo cual se convierte en aminoácido limitante, lo anterior determina el valor biológico de la proteína, sin embargo, este no es el único aspecto a tener en cuenta cuando se habla de la calidad de la proteína, además es necesario tener en consideración la utilización de estos aminoácidos en el organismo, por ello, la FAO/WHO utiliza desde 1991 el método de calificación del score de aminoácidos corregido por la digestibilidad proteica (PDCAAS), este método compara el perfil de aminoácidos de determinadas proteínas con las necesidades de un niño mayor de un año. La calificación más alta que puede recibir la proteína es 1.0; cuando el score es mayor a 1.0, los aminoácidos que la



componen son sometidos a procesos de desaminación y oxidación y se utilizan como fuente de energía o se almacenan como tejido adiposo (Suárez, Kizlansky y López, 2006). Dependiendo el tipo de proteína consumida se estimulará la síntesis de proteína de una forma más o menos eficiente. Algunos autores han comparado la suplementación de proteínas de soya y de suero de leche, las dos incrementaron la masa muscular y el balance neto de proteínas, sin embargo, la tasa de síntesis de proteína es mayor en la proteína de la leche y al comparar entre las proteínas de la leche (el suero y la caseína); la proteína del suero tuvo mayores beneficios como una disminución de la actividad de la enzima lipogénica hepática y un aumento en la actividad de la enzima lipogénica en el músculo, esto es a causa de que el suero de leche tiene un menor tiempo de vaciamiento gástrico, siendo más rápidamente absorbido en el intestino delgado (Weinert, 2009).

Tiempo para el consumo de proteínas vs la actividad física: El consumo de proteínas inmediatamente después de realizar ejercicio estimula la síntesis de proteínas, Rasmussen et al. (2000), citado por Weinert (2009) encontró una elevada síntesis de proteínas al proporcionar 6 g de aminoácidos esenciales después del ejercicio (entre 1 a 3 horas). Otros autores han encontrado que, al proporcionar proteínas acompañadas de carbohidratos, antes y después del ejercicio produce una amplia respuesta anabólica.

En cuanto al tipo de aminoácidos el músculo esquelético tiene la habilidad para oxidar seis aminoácidos (leucina, isoleucina, valina, aspartato, asparagina y glutamato), sin embargo la leucina es el aminoácido que directa e indirectamente estimula la síntesis de proteína, pues activa la iniciación de la traducción en las células del músculo esquelético mediante el aumento de la fosforilación de varias proteínas de señalización (Timmerman et al., 2008). En los adultos mayores, los aminoácidos de cadena ramificada, especialmente la leucina también incrementa la síntesis de proteína y con ello el incremento de la masa muscular. Para poder tener un consumo adecuado de este aminoácido se sugiere un consumo de proteínas, de alto valor biológico entre 1,2 a 1,4 g/kg/día para adultos mayores saludables, (Campbell & Geik, 2004).

Por su parte, Thomas, Quinn, Saunders, & Greig, (2016), refieren en la revisión sistemática que realizaron que las intervenciones de actividad física y suplementación nutricional pueden usarse para mejorar la pérdida relacionada con la edad de la masa y la



función del músculo esquelético. Las revisiones anteriores han demostrado los efectos beneficiosos del entrenamiento con ejercicios de resistencia (RET) combinados con proteínas o aminoácidos esenciales (EAA) en poblaciones más jóvenes. Pero no está claro si los adultos mayores también se benefician o no, es por eso que al revisar el tema encontraron quince estudios, de los cuales tuvieron en total 917 participantes con una edad media de 77,4 años. Los estudios incluyeron tanto a participantes sanos como a aquellos descritos como frágiles o sarcopénicos. En general, los resultados indicaron que la suplementación con proteínas no aumentó significativamente los efectos de RET en cualquiera de los resultados especificados. Las excepciones incluyeron algunas medidas de la fuerza muscular (3 estudios) y composición corporal (2 estudios). Se realizaron meta-análisis, pero se limitaron debido a diferencias metodológicas entre los estudios, y los resultados no fueron concluyentes. Finalmente, los autores concluyen que la revisión sistemática y el meta-análisis de ensayos controlados revelan que la suplementación con proteína / EAA, no aumenta significativamente los efectos de la RET progresiva en los adultos mayores.

Zdzieblik, Oesser, Baumstark, Gollhofer y König (2015) refieren, que la suplementación de proteínas en combinación con el entrenamiento de resistencia puede aumentar la masa muscular y la fuerza muscular en sujetos de edad avanzada. Es por eso que hicieron un estudio con el objetivo de evaluar la influencia de la suplementación de proteínas post-ejercicio con péptidos de colágeno versus placebo sobre la masa muscular y la función muscular después del entrenamiento de resistencia en adultos mayores con sarcopenia. Un total de cincuenta y tres sujetos varones ($72,2 \pm 4$ años) con sarcopenia (clase I o II) completaron este estudio aleatorizado doble ciego controlado con placebo. Todos los participantes se sometieron a un programa de entrenamiento de resistencia guiada de 12 semanas (tres sesiones por semana) y se suplementaron con péptidos de colágeno (grupo de tratamiento (TG)) (15 g / d) o sílice como placebo (grupo placebo). Se midieron la masa sin grasa (FFM), la masa grasa (FM) y la masa ósea (BM) antes y después de la intervención utilizando absorciometría de rayos X de energía dual. Se determinó la fuerza isocinética del cuádriceps (IQS) de la pierna derecha y se investigó el control motor sensorial (SMC) mediante una prueba estandarizada de estabilización de una pierna.

Después del programa de entrenamiento, todos los sujetos mostraron niveles significativamente más altos ($P < 0,01$) para FFM, BM, IQS y SMC con niveles significativamente más bajos ($P < 0,01$) para FM. El efecto fue significativamente más pronunciado en sujetos que recibieron péptidos de colágeno: FFM (TG + $4 \cdot 2$ (sd 2,31) kg / PG + $2 \cdot 9$ (sd 1,84) kg; $P < 0,05$); IQS (TG + 16,5 (sd 12,9) Nm / PG + 7,3 (sd 13,2) Nm; $P < 0,05$); Y FM (TG ± 4 (sd 3,17) kg / PG -3,5 (sd 2,16) kg, $P < 0,05$). Los autores afirman que, en comparación con el placebo, el suplemento de péptidos de colágeno en combinación con el entrenamiento de resistencia mejoró aún más la composición corporal mediante el aumento de FFM, la fuerza muscular y la pérdida de FM.

Ahora bien, el ejercicio físico trae otros beneficios en los adultos mayores, no sólo a nivel muscular, sino además a nivel cardiovascular. Varios autores mencionan que disminuye algunas pulsaciones por minuto (disminución de la frecuencia cardíaca) pero la evidencia de estudios clínicos y experimentales en el proceso de envejecimiento normal de los vasos sanguíneos y el corazón, evidencia la pérdida de células musculares y la disminución de la distensibilidad, por lo que la fracción de eyección se mantiene constante, en este sentido el ejercicio en los adultos mayores no tiene suficiente evidencia para asegurar su disminución aunque si su mejor funcionamiento y aumento de fracción de eyección por minuto.

Frente al proceso de entrenamiento en los adultos mayores, Moreno (2005) refiere que los adultos mayores que sufren de Hipertensión o que tienen valores altos sin considerarse patológicos, a través de un programa de actividad física, logran controlar su nivel de presión arterial y en algunos casos mejoraron. Este mismo autor, aplicó a dos grupos de adultos mayores, con tensión arterial normal, dos tipos de entrenamiento diferente, uno de intensidad moderada (70%) /45 minutos/3 veces por semana y el otro de alta intensidad (85%)/35 minutos/3 veces por semana, ellos mejoraron su VO₂ en los 3 primeros meses y disminuyeron su presión arterial sistólica a los seis meses.

Por otra parte Claros, Cruz, & Beltrán (2012) en los resultados de su investigación, después de la aplicación de un programa de ejercicio físico, refieren con relación a la flexibilidad, una mejora en los miembros superiores y sin cambios en los miembros inferiores; aunque existe evidencia que menciona cambios significativos por el ejercicio en



las extremidades inferiores como el estudio de Albuquerque, Barberio, Brandão, Rebelatto & Rebelatto, (2012).

- ✓ Consecución de los objetivos general y específicos planteados

Objetivo general

Identificar el efecto al consumir suplementos con diferentes fuentes de proteínas, después de realizar ejercicios de fuerza sobre la masa muscular en adultos mayores.

Objetivos específicos

- Evaluar la composición corporal de los adultos mayores antes y después de 12 semanas de aplicación del suplemento y los ejercicios de fuerza.

La composición corporal en la población de estudio fue evaluada mediante dos diferentes métodos:

El absorciometría de rayos X de energía dual o DXA (los resultados se muestran en el tercer objetivo específico)

Análisis por Bio-impedancia Electrica (BIA), para ello se utilizó la báscula báscula OMRON con analizador HBF-510LA, la cual maneja 8 electrodos con 4 puntos de contacto en la planta de los pies y 4 en las manos. Se realizaron un total de 4 pesajes, uno antes de iniciar la intervención, otro al primer mes, al segundo mes y uno final al terminar la intervención, a continuación se presentan los resultados de la medición inicial y la final.

En la pre-test, el GE2 inicio con peso ($65,3 \pm 10,8$ Kg) y porcentaje graso mayor ($41,1 \pm 6,1$) seguido del GC ($61,3 \pm 12,2$ Kg; $41,0 \pm 7,2$); el porcentaje muscular para los dos grupos muy similar $24,1 \pm 1,8$ (GE2) y $41,0 \pm 7,2$ (GC) mientras que este componente fue mayor en GE1 $26,6 \pm 2,1\%$, existiendo diferencias significativas ($p \leq 0,05$). En el post-test el GC mantuvo el peso, el GE2 presentó una disminución de peso mayor a todos los grupos ($0,92$ Kg). Todos los grupos disminuyeron la masa grasa, siendo mayor la pérdida en el GE2 ($1,15\%$) sin diferencias significativas. En cuanto al porcentaje muscular se

presentó un aumento en los tres grupos, sin embargo existieron diferencias significativas entre GC y GE1 ($p \leq 0,05$), el GE2 presentó un mayor incremento que GE1 (0,87%) y las diferencias significativas que existieron en el pre-test con el GE1, en el pos-test ya no se presentaron. Ahora bien, el peso máximo aumentó en el GC y GE1 sin existir significancia.

Tabla 1 Resultados Antropométricos pre-test y pos-test mediante el método BIA

Test	Grupos	Pre-test	p-Valor	Pos-test	p-Valor
Peso	GC	61,3 $\pm$ 12,2		61,08 $\pm$ 11,67	
	GE1	59,6 $\pm$ 9	0,523	59,11 $\pm$ 8,71	0,546
	GE2	65,3 $\pm$ 10,8		64,38 $\pm$ 9,84	
% masa grasa	GC	41,0 $\pm$ 7,2		40,3 $\pm$ 6,05	
	GE1	35,6 $\pm$ 5,6	0,15	35,28 $\pm$ 4,22	0,147
	GE2	41,1 $\pm$ 6,1		39,95 $\pm$ 6,22	
% masa muscular	GC ^a	24,0 $\pm$ 2,2		24,26 $\pm$ 1,86	
	GE1 ^b	26,6 $\pm$ 2,1	0,021 ^{a, b, c}	26,68 $\pm$ 1,28	0,023 ^{a, b}
	GE2 ^c	24,1 $\pm$ 1,8		24,97 $\pm$ 1,86	

- Comprobar si existieron cambios en la función muscular antes y después de las 12 semanas de aplicación del suplemento y los ejercicios de fuerza.

Para conocer la función muscular se evaluó la fuerza muscular en tres aspectos: fuerza de resistencia (a través de test de sentadilla en 30 segundos), fuerza máxima (a partir del método de 1RM en el movimiento de extensión en la maquina leg press) y fuerza explosiva (Squat Jump [SJ] realizando un salto vertical sin contra-movimiento partiendo de la posición de medio squat). Estas evaluaciones se realizaron antes de iniciar con el programa de fuerza muscular y después de las doce semanas con el consumo de suplemento proteico. Se encontró en el grupo control (GC) antes de iniciar el programa de fuerza la media del peso máximo levantado en 1 RM fue de 103,5 Kg $\pm$ 26,13 (63Kg-143Kg), en fuerza de resistencia la media en número de repeticiones en sentadilla fue de 20,33 $\pm$ 5,5 (13-28) y en fuerza explosiva con SJ la media del salto es de 11,28 cm $\pm$ 2,86 (8,6-16,10) (Ver tabla 2).

En el GE1, antes de iniciar el programa de fuerza la media del peso máximo levantado en 1RM fue de 98,75 Kg $\pm$ 45,65 (177 - 29Kg), en fuerza de resistencia la media del número

de repeticiones en sentadilla fue de $20,62 \pm 5,82$ (12-30) y en fuerza explosiva con SJ la media del salto es de $13,06 \text{ cm} \pm 13,06$ (10,20-16,10) (Ver tabla 2).

En el GE2, antes de iniciar el programa de fuerza la media del peso máximo levantado en 1RM fue de $99,70 \text{ Kg} \pm 15,86$ (120 - 75Kg), en fuerza de resistencia la media del número de repeticiones en sentadilla fue de $15,90 \pm 2,23$ (20-13) y en fuerza explosiva con SJ la media del salto es de $10,04 \text{ cm} \pm 2,59$ (5,90-13,70) (Ver tabla 2).

Tabla 2 Resultados de función muscular pre-test y pos-test

Test	Grupos	Pre-test	Mínimo- Máximo	p-Valor	Pos-test	Mínimo- Máximo	p-Valor
Fuerza de Resistencia	GC	$20,33 \pm 5,5$	13-28	0,068	$20,66 \pm 3$	15-25	0,006 ^{b,c}
	GE1 ^b	$20,62 \pm 5,82$	12 - 30		$22,5 \pm 3,8$	18-29	
	GE2 ^c	$15,9 \pm 2,23$	13 - 20		$17,1 \pm 3,2$	12 - 22	
Squart Jump	GC	$11,28 \pm 2,9$	8,6- 16,1	0,062	$10,07 \pm 2,80$	6,7-14,1	0,056
	GE1	$13,06 \pm 1,89$	10,2- 16,1		$12,85 \pm 2,13$	5,55 - 16,7	
	GE2	$10,04 \pm 2,59$	5,9- 13,7		$10,03 \pm 2,79$	5,55-13,5	
Peso Máximo	GC	$103,56 \pm 26,13$	63-143	0,941	$109,92 \pm 29,03$	74,3 - 165	0,493
	GE1	$98,75 \pm 45,65$	29-177		$112,87 \pm 33,03$	75- 165	
	GE2	$99,7 \pm 15,86$	75-120		$97,20 \pm 27,67$	52 - 142	

Fuente: Autoras, (2016).

Después del programa de 12 semanas de aplicación del suplemento y los ejercicios de fuerza, se encontró en el GC después del programa de fuerza la media del peso máximo levantado en 1 RM fue de $109,922 \text{ Kg} \pm 29,03$ (74,3Kg-165Kg), en fuerza de resistencia la media en número de repeticiones en sentadilla fue de $20,66 \text{ rep} \text{ DS} \pm 3$ (15-25) y en fuerza explosiva con SJ la media del salto es de $10,07 \text{ cm} \text{ DS} \pm 2,80$ (6,7-14,10) (Ver tabla 2). Se evidenció en éste grupo un aumento de la fuerza muscular máxima con respecto al pre-test y una disminución de la desviación estándar en el grupo. En cambio, en la fuerza explosiva evaluada a través de SJ existió una disminución de la media del salto, disminuyendo el rango de datos de tener en el pre-test 10,20 y en el post-test 6,7 cm; y el rango superior de 16,10 cm a 14,10 cm. Y en la fuerza de resistencia existió una pequeña disminución de la media por que alguna de las participantes mejoró su registro con respecto a la evaluación inicial, pero otras lo disminuyeron también.

En el GE1, después del programa de fuerza la media del peso máximo levantado en 1RM fue de 112,87 Kg $\pm$ 33,03 (165 -75Kg), en fuerza de resistencia la media del número de repeticiones en sentadilla fue de 22,50 $\pm$ 3,8 (18-29) y en fuerza explosiva con SJ la media del salto es de 12,85 cm $\pm$ 2,13 (10,15-16,70) (Ver tabla 2). En este grupo se evidenció un aumento tanto de la fuerza máxima como de la fuerza de resistencia, encontrando que la fuerza explosiva tuvo cambios pequeños a la baja pasando de una media de 13,06 a 12,85 cm disminuyendo el rango de datos de 10, 20 a 10,15 en el rango inferior y aumentando el rango superior de 16,10 a 16,70 cm.

En el GE2, antes de iniciar el programa de fuerza la media del peso máximo levantado en 1RM fue de 97,20 Kg $\pm$ 27,67 (142-52Kg), en fuerza de resistencia la media del número de repeticiones en sentadilla fue de 17,10 $\pm$ 3,2 (22-12) y en fuerza explosiva con SJ la media del salto es de 10,03 cm $\pm$ 2,79 (5,55-16,70) (Ver tabla 2). En este grupo los cambios en las medias de fuerza máxima y explosiva disminuyeron ligeramente debido a que los rangos de datos mejoraron en el límite superior, pero disminuyeron también en el rango inferior, encontrando estos cambios a nivel general.

Ahora bien, al realizar la comparación de medias mediante ANOVA se observó diferencias estadísticamente significativas solo en el pos-test de fuerza de resistencia, para los grupos GE1 y GE2, existiendo mejores resultados en el grupo GE1, con un de p-valor de 0,006.

De acuerdo a lo encontrado, si existieron cambios en los cambios en la función muscular antes y después de las 12 semanas de aplicación del suplemento y los ejercicios de fuerza, pero no son estadísticamente significativos. Al sacar Rho de Spearman se evidencia que el valor de P en fuerza máxima antes y después del programa fue de 0,107, el valor de P en fuerza de resistencia antes y después del programa fue de -0,60 (por lo encontrado en los grupos de control y GE2 que disminuyeron los valores de las medias) y por último la fuerza explosiva antes y después el p-valor fue de -0,321 (por que en los tres grupos disminuyeron las medias con respecto a la valoración inicial).

- Comparar los efectos en la masa muscular entre el grupo control y el grupo que consumió cada uno de los suplementos, después de los ejercicios de fuerza.

En la tabla 3 se muestran los resultados para los indicadores de composición corporal que valoró el método DXA, a continuación se explicaran solamente los resultados que tienen que ver con el objetivo específico enunciado arriba.

La composición corporal puede ser estudiada desde dos componentes, la masa grasa y la masa libre de grasa, esta última contiene no solo la masa muscular sino además el agua corporal, tejido óseo, la piel y los órganos; de acuerdo al resulta DXA, la masa libre de grasa o masa magra disminuyo en el GC 0,01 gramos y aumentó en el GE1 y GE2 (resultado esperado), siendo mayor ese aumentó para el GE1 (0,5 gramos), sin existir diferencias estadísticamente significativas. El comportamiento para el porcentaje graso total fue contrario al de masa magra, siendo mayor la pérdida de grasa en el GE2 (0,6%), sin existir nuevamente ninguna diferencia significativa entre los resultados. De acuerdo al anterior resultado el grupo que consumió proteína vegetal aumento mayor masa magra que el grupo que ingirió el suplemento de proteína animal (carbohidrato y grasa) (ver tabla 3).

Tabla 3 Resultados de composición corporal antes y después del programa de entrenamiento y el consumo de proteína

Test	Grupos	Pre-intervención	p-Valor	Pos-intervención	p-Valor
IMC	GC	26,5 ± 3,73	0,28	26,6 ± 3,45	0,38
	GE1	23,98 ± 2,96		24,56 ± 2,67	
	GE2	26,5 ± 4,32		26,7 ± 4,16	
% de grasa total	GC	40,51 ± 7,6	0,12	40,16 ± 7,44	0,15
	GE1	35,86 ± 4,87		35,8 ± 4,26	
	GE2	41,33 ± 3,86		40,73 ± 4,15	
Índice de Masa Grasa	GC ^a	10,69 ± 3,3	0,14	10,57 ± 3,27	0,21
	GE1 ^b	8,44 ± 1,9		8,44 ± 1,76	
	GE2 ^c	10,87 ± 2,61		10,50 ± 2,84	
Masa Grasa Tronco	GC	13,23 ± 5,06	0,25	13,03 ± 4,94	0,3
	GE1	10,43 ± 3,13		10,52 ± 2,95	
	GE2	13,55 ± 3,86		13,45 ± 4,06	
Masa Magra Corporal	GC	34,29 ± 4,33	0,64	34,28 ± 3,68	0,53



Índice de Masa Magra Libre de Grasa	GE1	35,66 ± 4,52		36,16 ± 4,71	
	GE2	36,01 ± 3,59		36,07 ± 3,46	
	GC	15,82 ± 0,83	0,84	16,03 ± 0,80	0,88
	GE1	15,51 ± 1,51		15,79 ± 1,71	
	GE2	15,92 ± 1,93		15,66 ± 2,08	
Índice de Masa Muscular Apendicular	GC	6,52 ± 0,61	0,99	6,59 ± 0,588	0,98
	GE1	6,56 ± 1,07		6,57 ± 0,86	
	GE2	6,53 ± 0,93		6,52 ± 0,97	

Fuente: Autoras, 2016

Al comparar los resultados de las pruebas físicas con la valoración antropométrica se evidencia de acuerdo a la correlación de Pearson que en el GC no existió ningún tipo de relación.

El GE1 presentó una correlación alta entre las pruebas físicas de Squart Jump ($p < 0,01$), peso máximo pos-test ($p < 0,05$) y el % de grasa total, siendo esta relación indirecta, es decir entre mayor % graso menor será la ejecución del salto y el peso levantado (ver tabla 4).

Tabla 4 Resultados correlación entre la composición corporal y las pruebas físicas GE1

GE1		Squart Jump Pos-test	Peso Maximo Pos-test
% de Grasa Total DXA	Correlación Pearson	-,874**	-,799*

En cuanto al GE2 se encontró una muy alta correlación entre el peso máximo levantado en el pos-test ($p < 0,01$) con todos los indicadores antropométricos relacionados con la masa grasa, lo cual hace pensar que aunque la relación dió directa, esto tiene que ver con la disminución que presentó en el pos-test el peso máximo, pues el GE2 en vez de mejorar los kilos levantados los desmejoró aspecto que se ve afectado por la masa grasa. También existió una correlación muy alta entre el índice de masa muscular apendicular y el peso máximo pos-test ($p < 0,01$), siendo una relación directa, a menor peso levantado menor índice de masa muscular apendicular (ver tabla 5).

Tabla 5 Resultados correlación entre la composición corporal y las pruebas físicas GE1

GE2		Peso Máximo Pos-test
Índice de Masa Grasa DXA	Correlación Pearson	,856**
% de Grasa Total DXA	Correlación Pearson	,784**
Masa Grasa Tronco DXA	Correlación Pearson	,834**
Índice de masa muscular apendicular (brazos+piernas/m2)	Correlación Pearson	,777**

- ✓ Resultados con base en la pregunta de investigación formulada y la metodología planteada, Discusión.

De acuerdo a la revisión hecha en la literatura, se encontraron dos artículos de Meta-análisis acerca de la temática. El primero al que queremos referirnos es realizado en el Reino Unido por Thomas, et al (2016) esta revisión sistemática se realizó en 15 estudios (917 participantes con una media de edad de 77,4 años) los cuales investigaron los efectos aditivos de los suplementos del entrenamiento de ejercicios de resistencia (EER) y la proteína en la fuerza muscular y tamaño, composición corporal, y capacidad funcional en los adultos mayores. Los estudios reportaron mejoría general en la línea de base para la mayoría de los resultados, lo que indica un efecto positivo de EER. Sin embargo, a través de los 15 estudios, estas mejoras no eran significativamente diferentes en los grupos que recibieron suplementos de proteína. (Peterson, et al 2010).

Una revisión sistemática anterior ha demostrado que el músculo más grande demuestra una respuesta adaptativa a EER a través de una serie de resultados por lo tanto, EER solo se considera una estrategia eficaz para combatir la sarcopenia. Dadas las propiedades anabólicas de los dos, ejercicios de resistencia y la ingestión de proteína, es plausible que la combinación de estos factores en una intervención crónica pueda tener un efecto aditivo y así mejorar las respuestas que se muestran con EER únicamente.

Ciertamente, esto se ha demostrado en el caso de los adultos jóvenes, sin embargo, a pesar de individuo resultados significativos en resultados de la fuerza y de la composición corporal, los resultados generales de la presente revisión indican que esto no sucede en el caso de los adultos mayores. (Cemark, et al 2012). Como conclusiones principales en esta revisión, se menciona que el suplemento proteico no aumenta significativamente los efectos del EER progresiva en adultos mayores en términos de fuerza muscular, el tamaño muscular, la composición corporal, o la capacidad funcional. La revisión hace, sin embargo, el apoyo a la prescripción de regímenes EER para mantener y aumentar la masa muscular y la fuerza en las poblaciones de mayor edad, lo que puede ayudar a combatir la sarcopenia y la fragilidad.

Los resultados también sugieren un beneficio adicional de los programas de suplementos de proteínas y EER en los adultos mayores frágiles que no consuman regularmente suficientes proteínas, en particular los de atención institucionalizada. Por lo tanto, las investigaciones futuras podrían considerar la exploración de esta situación, mediante la realización de ensayos poniendo mayor énfasis en la línea de base la ingesta de proteínas de los participantes. Del mismo modo, ha sido poca la discusión dado aquí, acerca de las características del suplemento de proteínas, tales como el importe, el calendario y la distribución de la ingestión, y una mayor investigación podría aclarar estas áreas para determinar si los suplementos de proteína totalmente podrían tener un efecto protector contra la sarcopenia. Finalmente, desde una visión alternativa se sugiere que los adultos mayores requieren realmente más proteínas que sus contrapartes más jóvenes para protegerse contra la sarcopenia.

La segunda revisión de Csapo y Alegre (2016) El objetivo del presente estudio fue realizar un meta-análisis para comparar la eficacia de pesada (~ 80% de una repetición máxima, 1RM) vs carga ligera-moderada (~ 45% 1RM) programas de entrenamiento de resistencia (ER) en la inducción aumento de la fuerza y la hipertrofia del músculo esquelético en adultos mayores. Para evaluar el papel de los volúmenes de formación, estudios en los que los protocolos de entrenamiento fueron agrupados por trabajo mecánico se analizaron de forma independiente. En total 15 los estudios incluidos (448 sujetos, edad promedio 67,8 años).

Es ampliamente aceptado en la comunidad científica que el entrenamiento de resistencia (ER) promueve aumentos en la masa del músculo esquelético y la capacidad condicional de fuerza. Las investigaciones en los últimos 20 años han demostrado de forma categórica esta relación, el ER es particularmente importante a partir de la quinta y sexta década de la vida en adelante, ya que representa actualmente la única y ampliamente aplicable herramienta para el control e incluso para poder revertir la sarcopenia, es decir, la pérdida en tamaño y función muscular (Narici y Maganaris, 2007). De este modo, el ER contribuye significativamente a la mejora de la movilidad (Krist, Dimeo & Keil, 2013), así como una mejor calidad de la vida y la salud general en el adulto mayor (Weening, de Greef, Scherder, Slaets & Van Der, 2011).

De acuerdo a lo anterior, el entrenamiento con cargas más altas también provocó mayores ganancias en el tamaño muscular, aunque el grado de la formación inducida por la hipertrofia muscular en general era pequeño. Para concluir, siempre un suficiente número de repeticiones se lleva a cabo, a precios inferiores a ER. Tradicionalmente las intensidades recomendadas de carga pueden ser suficientes para inducir una mejora sustancial en la fuerza muscular en adultos mayores. Estos resultados de estos dos artículos de revisión, coinciden con los de nuestro estudio, en donde hubo mejorías tanto en la fuerza resistencia como en la fuerza máxima aunque estas no fueron significativas.

- ✓ Principales logros (diferente de los resultados y productos, ejemplo: alianza interinstitucionales, impactos a nivel de currículo o proyección social, nuevas metodologías propuestas, desarrollos empresariales, innovaciones, etc.)

El principal logro de la investigación fue el impacto que representó en cuanto al currículo, pues la población estudio (grupo de señoras adultas mayores) en este momento se encuentran trabajando dentro del ciclo de profundización, en el módulo 7 de prácticas, con los estudiantes de la Facultad que escogieron profundizar en el área de la actividad física para la salud.

- ✓ Actividades de formación, impacto en el currículo o actividades de proyección social realizadas o proyectadas con base en los resultados.

El proyecto permitió el desarrollo del proyecto de tesis de grado del estudiante Cristian Camilo Contreras Perdomo, cuyo trabajo de investigación tuvo como objetivo general “Identificar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza sobre la funcionalidad y calidad de vida en mujeres entre los 55 y 70 años de la ciudad de Bogotá” y objetivos específicos: 1. Evaluar la calidad de vida mediante el cuestionario de WHOQOL-BREF antes y después de un programa de entrenamiento de fuerza, en mujeres adultas mayor.

2. Evaluar la funcionalidad en las mujeres adultas mayor, con ayuda del protocolo GDLAM antes y después de un programa de entrenamiento de fuerza.

3. Comparar los cambios en la calidad de vida después de un programa de entrenamiento de fuerza en mujeres entre 55 y 70 años de edad.

4. Comparar los cambios en la funcionalidad después de un programa de entrenamiento de fuerza en mujeres entre 55 y 70 años de edad.

La tesis de grado se anexa dentro de los documentos de soporte, entregados a la Unidad de Investigación.

Ahora bien, las acciones realizadas en el proyecto de investigación impactan directamente al módulo III de Actividad Física para la Salud, y los espacios académicos que están en él como se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6 Espacios impactados con la investigación

Espacio académico propuesto	Temáticas en que se aporta en el espacio académico
Evaluación funcional	Evaluación en ciclos vitales (adultos mayores) Evaluación de Fuerza, flexibilidad
ECNT - Patokinesis	Patokinesis de adultos mayores
Promoción y prevención en salud	Evaluación de condiciones de vida, Promoción de la salud Prevención Primaria y secundaria
Programación del ejercicio para la salud	Prescripción del adultos mayores

Espacio académico propuesto	Temáticas en que se aporta en el espacio académico
	Prescripción del ejercicio en crónicos
Fitness y acondicionamiento físico	Prescripción del adultos mayores

Fuente: Autoras (2016)

Así mismo aportaría a la profundización de Actividad física para la salud en los espacios académicos que se pueden ver en la tabla 7.

Tabla 7 Espacios impactados con la investigación

Espacio académico propuesto	Temáticas en que se aporta en el espacio académico
Actividad física en Enfermedades Crónicas no transmisibles - ECNT	Prescripción en adultos mayores, así como su proceso de evaluación.
Actividad física en niños y adultos mayores	

Fuente: Autoras (2016)

✓ Dificultades enfrentadas en el desarrollo de la propuesta.

Las dificultades enfrentadas en el desarrollo de la propuesta van enfocadas en dos diferentes aspectos, los cuales se enuncian a continuación:

1. La población de estudio: Los tiempos con los cuales disponían las señoras para realizar el entrenamiento era muy poco, por ello el proyecto debió cambiar, no se pudo dar el suplemento de proteína antes de realizar la actividad física, sino después de realizar dicha actividad.

2. El trámite administrativo para el investigador principal es muy desgastante, son muchas las horas que se “pierden” realizando todas las solicitudes de contrato, las actas de contrato etc... a lo cual se le suma que por encontrarnos en el campus, el tiempo de desplazamiento quita mucho más tiempo y a esto se le adiciona que los documentos para diligenciar no son lo suficientemente claros y en jurídica realizan muchas devoluciones, lo cual quita aún más el tiempo para el desarrollo de los proyectos. Sugiero que debería existir una persona que colabore con ese proceso al interior de las Facultades o en la unidad de Investigación.



- ✓ Resultados (Se muestran en la parte de arriba)
- ✓ Conclusiones.
- La masa muscular presentó un aumento significativo en el grupo que ingirió el suplemento de proteína animal (9 g proteína, 32 g carbohidrato y 2 g de grasa) al ser evaluada la composición corporal mediante el método de análisis por bio-impedancia eléctrica.
- De acuerdo a lo encontrado, si existieron cambios en los cambios en la función muscular antes y después de las 12 semanas de aplicación del suplemento y los ejercicios de fuerza, pero no son estadísticamente significativos. Al sacar Rho de Spearman se evidencia que el valor de P en fuerza máxima antes y después del programa fue de 0,107, el valor de P en fuerza de resistencia antes y después del programa fue de -0,60 (por lo encontrado en los grupos de control y GE2 que disminuyeron los valores de las medias) y por último la fuerza explosiva antes y después el valor del P fue de -0,321 (por que en los tres grupos disminuyeron las medias con respecto a la valoración inicial).
- El grupo experimental que consumió la proteína animal mejoro significativamente la fuerza de resistencia, después del programa de entrenamiento y el consumo del suplemento proteico.
- La masa magra total presentó un mayor aumento (0,5 gramos) en el grupo que ingirió el suplemento de proteína animal (9 g proteína, 32 g carbohidrato y 2 g de grasa), sin existir diferencias estadísticamente significativas, al ser evaluada la composición corporal mediante el método DXA.
- El peso máximo levantado por las adultas mayores en el GE1 presentó una relación inversa muy alta con el componente antropométrico de porcentaje graso.
- ✓ Referencias.

Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, P., y Kjær, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a

- countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, February, 10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x
- Albuquerque, F., Barberio, E., Brandão, N., Rebelatto, D. A., & Rebelatto, J. R. (2012). Effects of an adapted physical activity program on the physical condition of elderly women: an analysis of efficiency. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16(4), 328-336.
- Baumgartner, R., Koehler, K., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S., Ross, R., Garry, P., y Lindeman, R. (1998). Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*, 147(8), 755-73
- Bompa, T. (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo: Barcelona.
- Bosco, C. (1994). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. *Deporte y entrenamiento*. Paidotribo: Barcelona.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. INDE: Barcelona
- Brzycki, M. (1993). Strength testing: predicting a one-rep max from repetitions to fatigue. *JOPERD*, 64, 88-90.
- Burks, T. y Cohn, R. (2011). One size may not fit all: anti-aging therapies and sarcopenia. *Aging*, 3(12), 1142-1153.
- Campbell, W., Geik, R. 2004. Nutritional Considerations for the Older Athlete. *Nutrition*, 20: 603–608, doi:10.1016/j.nut.2004.04.004.
- Carlson, M., Suetta, C., Conboy, M., Aagaard, P., Mackey, A., Kjaer, M. y Conboy, I. (2009). Molecular aging and rejuvenation of human muscle stem cells. *EMBO Mol Med* 1, 381–391.
- Cermak NM, Res PT, de Groot LC, (2012). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: A meta-analysis. *Am J Clin Nutr* ;96:1454e1464.
- Claros, J. A. V., Cruz, M. V. Q. & Beltrán, Y. H. (2012). Efectos del ejercicio físico en la condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 17(2), 79-90.
- Csapo, R., & Alegre, L. M. (2016). Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scand J Med Sci*



- Sports : 26: 995–1006 doi: 10.1111/sms.12536 Doherty, T. J. (2003) Invited Review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 95, 1717–1727.
doi:10.1152/jappphysiol.00347.2003
- Evans, W. J. (1992). Exercise, nutrition and aging. *The Journal of Nutrition*. 122(3), 796-801.
- González, J. J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(1), 5-16.
- Izquierdo, M; Aguado, X. (1997). Estimación de la producción explosiva de fuerza: Consideraciones y tópicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14 (62): 493- 503.
- Izquierdo M., Aguado, X., Gonzalez, L., Lopez, J., HaÈkkinen, K. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol*, 79, 260 – 267.
- Landers, J. (1985). Maximum based on reps. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 6, 60-61.
- Morley, J. (2001). Anorexia, Sarcopenia, and Aging. *Nutrition*, 17, 660–663.
- Narici MV, Maganaris CN. (2007) Plasticity of the muscle-tendon complex with disuse and aging. *Exerc Sport Sci Rev* :35: 126–134.
- O’Conner, B., Simmons, J. y O’Shea, P. (1989). *Weight training today*. St. Paul, MN: West, 26 - 33.
- Ortiz, V., Gue, N., Navarro, J. A., Poletaev, P. y Rausell, L. (1996). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. INDE: Barcelona.
- Platonov, V. N. y Bulatova, M. M. (1993). *La preparación física*. Paidotribo: Barcelona
- Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Res Rev* ;9:226e 237
- Reidy, P., Walker, D., Dickinson, J., Gundermann, D., Drummond, M., Timmerman, K., Cope, M., Mukherjea, R., Jennings, K., Volpi, E. and Rasmussen, B. (2014). Soy-dairy protein blend and whey protein ingestion after resistance exercise increases amino acid transport and transporter expression in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 116, 1353–1364, doi:10.1152/jappphysiol.01093.2013.

- Siff, M.C; Verkhoshansky, Y. (2000). Superentrenamiento. Paidotribo:Barcelona.
- Suárez, M., Kizlansky, A., y López. L. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 21(1), 47-51.
- Thomas, D. K., Quinn, M. A., Saunders, D. H., & Greig, C. A. (2016). Protein Supplementation Does Not Significantly Augment the Effects of Resistance Exercise Training in Older Adults: A Systematic Review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(10), 959-e1.
- Timmerman, K. y Volpi, E. (2008). Amino acid metabolism and regulatory effects in aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 11(1): 45–49, doi:10.1097/MCO.0b013e3282f2a592.
- Verkhoshansky, Y. (2002). Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. Barcelona: Paidotribo.
- Weinert, D. (2009). Nutrition and muscle protein synthesis: a descriptive review. *J Can Chiropr Assoc*, 53(3) 186–194.
- Weening D. E., de Greef M. H, Scherder E. J, Slaets J. P, Van Der C. P. (2011). Frail institutionalized older persons: a comprehensive review on physical exercise, physical fitness, activities of daily living, and quality-of-life. *Am J Phys Med Rehabil*: 90: 156–168
- Zdzieblik, D., Oesser, S., Baumstark, M. W., Gollhofer, A., & König, D. (2015). Collagen peptide supplementation in combination with resistance training improves body composition and increases muscle strength in elderly sarcopenic men: a randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*, 114(08), 1237-1245.
- ✓ Anexos (soportes digitales de los productos publicados según compromisos consignados en el acta de inicio)

Informe de producción investigativa

Tipo de productos derivados del desarrollo del proyecto según compromisos dispuestos en el acta de inicio: movilidades (Código ORII), publicaciones (ISBN, aceptación artículo o publicación), alianzas/redes establecidas (cartas de intención, convenios, etc.), otro tipo de



productos (evidencia y medio de verificación). Si es producto no se encuentra terminado al momento de la entrega del informe, se debe relacionar una fecha tentativa de entrega.

Tipo de producto (Artículo, ponencia, evento, libro, capítulo de libro, etc.)	Nombre de producto (Indique título del artículo, ponencia, evento, libro, capítulo de libro, etc.)	Fecha de revisión, publicación o presentación (Indique fechas de publicación, revisión o presentación en evento del producto. Si aún no se tiene el producto final, indique la fecha de entrega)	Nombre de la revista/libro o evento en que se presenta el producto. (Si el producto no se ha finalizado indicar el medio en el que se proyecta la publicación o divulgación)	Modo de verificación (ISSN, ISBN, página web, etc. Si el producto no se ha finalizado, escribir "no se ha finalizado" en esta columna.)	Número de anexo (Incluya en los anexos, de manera ordenada el soporte escaneado que demuestre la existencia del producto o el envío a revisión –asigne un número a cada anexo y relaciónelo en esta columna. Si el producto no se ha finalizado, escribir "no se ha finalizado" en esta columna)
Ponencia	Análisis biomecánico de los movimientos de Squat Jump y CMJ a través de la plataforma OPTOGAIT de un grupo de adultas mayores que realizan actividad	6 a 8 octubre	39° Simposio Internacional de Ciencias del Deporte, CELAFISCS	Poster físico, PDF,	Anexo 1.
Resumen Ponencia	Análisis biomecánico de los movimientos de Squat Jump y CMJ a través de la plataforma OPTOGAIT de un grupo de adultas mayores que realizan actividad	6 a 8 de octubre	Revista Brasileira de ciencia e movimento, suplemento especial, Vol 22 (4) 2016	ISSN: 0103-1716	Anexo 2.
Ponencia Oral	“Efectos del entrenamiento de fuerza en ocho semanas sobre la composición corporal de mujeres entre los 55 a 70 años en Bogotá Colombia	26 al 28 de octubre	V Congreso ALESDE 2016. Acta del Comité de Movilidad No. 31 del 4 de octubre de 2016.	Memorias Congreso PDF	Anexo 3.
Ponencia Oral, este es un producto de la tesis de grado	“Practica de actividad física y calidad de vida en mujeres entre	26 al 28 de octubre	V Congreso ALESDE 2016	Memorias Congreso PDF	Anexo 4.



del estudiante Cristian Contreras.	55 y 70 años de Bogotá Colombia				
Artículo	Entrenamiento de fuerza y consumo de proteína: una alternativa de cambio en la composición corporal de mujeres mayores de 55 años.	10 de diciembre, sometimiento.	Revista Perspectiva Nutrición (A2)	No se ha terminado	Anexo 5. Borrador del artículo

*Tenga en cuenta la tipología de productos de Colciencias.

II. Informe financiero

- Relacionar los rubros globales que inicialmente fueron aprobados en la propuesta y los que se han ejecutado hasta la entrega del informe.
- Describir el valor ejecutado por rubro a la fecha de entrega.
- Elaborar el detallado de gastos en cada uno de los rubros aprobados, con el valor correspondiente y la fecha de solicitud.

RUBROS FINANCIABLES				Fecha de recepción del recurso solicitado
	Monto aprobado FODEIN	Monto ejecutado	Fecha de solicitud	
Personal (auxiliares de investigación en proyectos de capítulo 1)				
Auxilio a investigadores (aplica sólo para semilleros)				
Equipos				
Software				
Materiales	\$10.000.000	\$3.813.000	13 de abril anticipo alimentos pedercederos 1 de junio Compra proteína	28 de abril anticipo alimentos pedercederos. Compra proteína 13 de julio
Publicaciones	\$1.000.000		No se utilizo	
Fotocopias				
Salidas de campo				
Material bibliográfico				
Servicios técnicos	\$17.160.000	\$16.434.300	25 de abril exámenes iniciales DXA	28 de octubre pago del contrato DXA



			5 de mayo laboratorios BUN y creatinina 15 de junio, 15 de junio, 7 de julio, 16 de agosto, 15 de septiembre contratos de Laura Cadena y Carlos Melo, 13 de julio Exámenes finales DXA	valoración final. De los otros contratos no se tiene la fecha exacta del desembolso del dinero, sin embargo se realizaron las entregas de las actas de inicio y finales con todos los documentos solicitados por contabilidad para el pago de cada contrato.
Movilidad académica	\$4.000.000	\$ 4.000.000		El desembolso se realizó entre el 20 al 24 de octubre
Imprevistos	\$255.000		No se utilizo	
Pares Académicos	\$200.000		No sé si este rubro se utilizo	
TOTAL	32.615.000	\$24.247.300		

NOTA: La carta enviada al Doctor Alexander Zamora solicitando la reasignación de rubros, la cual fue aprobada el 20 de octubre tenía como propósito aprovechar el dinero que no fue utilizado completamente en la compra de materiales y servicio técnico. Esta carta se encuentra en la Unidad de Investigación, sin embargo anexo copia en la carpeta Zip.