



**UGR** Universidad  
del Gran Rosario

**TESINA**

**Presentado para acceder al título de grado de la carrera de  
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título:**

**“Impacto de la actividad física sobre el sistema musculoesquelético en adultos  
mayores”.**

**Autor:**

**Peñalba, Agustín Nicolás.**

**Director:**

**Lic. Intelangelo, Leonardo.**

**Lugar:**

**Rosario**

**Fecha de Presentación:**

**26/08/2022**

**Firma de Autor**

**Peñalba, Agustín Nicolás.**

## RESUMEN

Con el correr de los años, el proceso de envejecimiento se convirtió en un reto para la sociedad, sobre todo si se hace hincapié en la calidad de vida de las personas. Este proceso acarrea cambios sobre el sistema musculoesquelético de las personas, que, junto con ciertos factores predisponentes como la inactividad e inmovilidad influyen en la realización de tareas de la vida cotidiana. Actividades como subir escaleras, pasear o levantarse de una silla, comienzan a ser limitadas, lo cual impacta directamente sobre la salud de la población mayor. En relación con esto, el objetivo general de este estudio fue analizar el impacto de la actividad física sobre el Índice de Calidad Muscular, el ángulo de penación, el grosor muscular y la ecogenicidad de la musculatura extensora de rodilla en adultos mayores. Se incluyeron 65 personas mayores de 60 años, de género masculino y femenino, residentes en la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. El nivel de actividad física se midió a través del cuestionario autoadministrado IPAQ-E. Se calculó el Índice de Calidad Muscular a partir del tiempo de la prueba funcional Sit-To-Stand, el peso corporal y la longitud de los miembros inferiores. Por último, tanto el ángulo de penación como el grosor muscular y la ecogenicidad fueron cuantificados mediante ultrasonido musculoesquelético. Los principales resultados mostraron diferencias significativas entre los niveles de actividad física y el Índice de Calidad Muscular, no así con la arquitectura muscular, a excepción del grosor muscular del recto femoral izquierdo. El nivel de actividad física influye sobre el Índice de Calidad Muscular, no así sobre la arquitectura.

Palabras clave.

Actividad física= Actividad motora [DeCS], Motor Activity [MeSH]; Grosor muscular= "Muscle thickness" [Término libre]; Ángulo de penación= "Pennation angle" [Término libre]; Adulto mayor= Anciano [DeCS], Aged [MeSH]; Calidad muscular= "Muscle quality" [Término libre].

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	3
II. OBJETIVOS .....	5
II.a. General .....	5
II.b. Específicos.....	5
II.c. Hipótesis.....	5
III. MARCO TEÓRICO .....	5
III.a. Actividad física en el adulto mayor .....	5
III.b. Calidad muscular .....	6
III.c. Arquitectura muscular .....	7
IV. JUSTIFICACIÓN .....	8
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
V.a. Revisión bibliográfica... ..	8
V.b. Trabajo de campo .....	10
V.b.a. Criterios de selección de los sujetos .....	10
V.b.a.a Criterios de inclusión .....	11
V.b.a.b Criterios de exclusión .....	11
V.b.b. Procedimiento de evaluación .....	11
V.b.b.a Método de evaluación del nivel de actividad física .....	11
V.b.b.b. Método de evaluación del Índice de Calidad Muscular .....	12
V.b.b.c. Método de evaluación de la arquitectura muscular .....	13
VI. ANÁLISIS DE DATOS Y ESTADÍSTICA .....	15
VII. RESULTADOS .....	16
VIII. DISCUSIÓN.....	21
IX. CONCLUSIÓN.....	24
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
XI. ANEXOS.....	28

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad física comprende todo movimiento corporal capaz de producir un gasto energético por encima del metabolismo basal, engloba actividades de baja intensidad, como bajar escaleras, jugar o pasear, hasta otras más extenuantes, como realizar una maratón. En los últimos años, se ha debatido acerca de su influencia en la calidad de vida de las personas, y en consecuencia, su impacto en la salud. Esta discusión radica en la complejidad de homogeneizar sus efectos en la población debido a la diversidad de intensidad y frecuencia en que se practica. Es pertinente mencionar que al momento de la evaluación de los niveles de actividad física de una población se han de tener en cuenta, al menos, 4 atributos: tipo, frecuencia, duración e intensidad.<sup>(1)</sup>

Con respecto a sus efectos en el organismo, se presentan cambios a nivel cardiovascular, respiratorio, metabólico, musculoesquelético, entre otros. Algunos de los beneficios de esta práctica en la población de adultos mayores específicamente son aumento de la capacidad de esfuerzo y resistencia al estrés físico. Esto último es un factor de suma importancia al hablar de autonomía y funcionalidad.<sup>(1)</sup>

En relación al envejecimiento, se puede decir que, la inmovilidad e inactividad son factores predisponentes a diversas problemáticas musculoesqueléticas en los adultos mayores (personas mayores a 60 años).<sup>(2)</sup> Estos, por diversas circunstancias generacionales y socio-culturales, presentan una tendencia a los factores antes mencionados.<sup>(3)</sup> En ellos, el deterioro musculoesquelético es uno de los principales factores que influyen en la disminución de la capacidad de vida independiente.<sup>(3)</sup> Esto afecta la realización de muchas tareas de la vida cotidiana, como subir escaleras, pasear o levantarse de una silla, para las cuales son necesarias tanto las fuerzas máximas como explosivas.<sup>(3)</sup> Por lo tanto, se puede afirmar que el pasar de los años y su relación con la fuerza y la masa muscular son los factores que mejor explican la drástica reducción en la cantidad y calidad de la actividad física diaria realizada.<sup>(3)</sup> Esto origina un proceso cíclico entre envejecimiento, reducción de la actividad física y deterioro musculoesquelético.<sup>(3)</sup>

Respecto al deterioro muscular, puede ser evidenciado a través de ultrasonido musculoesquelético, mediante la evaluación de la arquitectura muscular (definido como la organización de las fibras musculares en el músculo).<sup>(4)</sup> Dentro de ella, podemos encontrar la medición del ángulo de penación, ecogenicidad, y grosor muscular.<sup>(4)</sup> Estas mediciones son de gran importancia ya que el ángulo de

penación-ángulo entre las fibras musculares y la fascia profunda del músculo- se encuentra directamente relacionado con la capacidad del músculo de generar fuerza.<sup>(4)</sup> Como resultado del desuso de los músculos, su composición se altera, caracterizándose por un aumento significativo de la acumulación de grasa intramuscular y tejido fibroso, lo cual se acompaña de una pérdida de fuerza muscular, que podrá ser evaluado a través de la cuantificación de la ecogenicidad muscular (medida de la reflectividad de las ondas de sonido emitidas al tejido).<sup>(4,5)</sup> Por último, mediante el ultrasonido musculoesquelético se puede determinar fácilmente el grosor muscular (distancia entre dos fascias), el cual permite cuantificar de manera confiable la pérdida de masa musculoesquelética.<sup>(4)</sup>

Otro de los valores de relevancia en relación al sistema musculoesquelético es la calidad muscular, la cual describe la capacidad funcional fisiológica del tejido muscular. En la cuantificación de la misma, la función contráctil del músculo a menudo se evalúa como la capacidad del mismo para generar fuerza expresada en fuerza, potencia o funcionalidad. La medición de la capacidad del músculo para funcionar o generar fuerza representa un índice de calidad. Tales índices de calidad muscular incluyen medidas de fuerza relativa e índice de calidad muscular (MQI). Este Índice se obtiene mediante una evaluación de la calidad muscular basada en una prueba funcional para adultos mayores.<sup>(5)</sup>

La importancia de evaluar la calidad muscular radica en que a medida que aumenta la edad, la masa muscular y el funcionamiento disminuyen. Dentro de los cambios que ocurren localmente podemos mencionar la disminución tanto en tamaño como en número de fibras musculares, la alteración de la síntesis de proteínas, la disminución del anabolismo muscular, entre otros. Todos estos procesos deterioran la función contráctil, la fuerza y la calidad de proteínas, repercutiendo directamente sobre la calidad muscular.<sup>(5)</sup>

Por todo lo dicho anteriormente, la interrupción del proceso cíclico de envejecimiento, desacondicionamiento físico y deterioro musculoesquelético mediante la realización de actividad física es de vital importancia para el mantenimiento de la calidad de vida y la salud de las personas.<sup>(3)</sup>

En línea con lo expuesto, surge la pregunta de investigación:

¿Cuál es el impacto del nivel de actividad física sobre la arquitectura y calidad muscular en adultos mayores?

## **II. OBJETIVOS**

### **II.a General:**

El objetivo general es analizar el impacto de la actividad física sobre el Índice de Calidad Muscular, ángulo de penación, grosor muscular y ecogenicidad de la musculatura extensora de rodilla en adultos mayores.

### **II.b Específicos:**

- Indagar acerca de la relación entre actividad física, envejecimiento y su impacto sobre el sistema musculoesquelético a partir de la bibliografía disponible.
- Evaluar el ángulo de penación, la ecogenicidad, el grosor y la calidad muscular en una población de adultos mayores a través de un trabajo de campo.
- Analizar los resultados obtenidos en cuanto a arquitectura y calidad muscular y su relación con el nivel de actividad física presente en adultos mayores.

### **II.c Hipótesis**

El nivel de actividad física influye sobre el Índice de Calidad Muscular, el ángulo de penación, el grosor muscular y la ecogenicidad de la musculatura extensora de rodilla en adultos mayores.

## **III. MARCO TEÓRICO.**

### **III.a Proceso de envejecimiento y su relación con la actividad física.**

Envejecer se puede definir como un proceso dinámico, gradual, natural e inevitable, en el que se dan cambios a nivel biológico, corporal, psicológico y social, el cual transcurre en el tiempo y está delimitado por éste.<sup>(7)</sup> El proceso de envejecimiento es un reto para la sociedad, sobre todo si se hace hincapié en la calidad de vida del adulto mayor.<sup>(7)</sup> Factores como la autonomía y la independencia funcional tomaron gran importancia con el aumento de la esperanza de vida, sobre todo dada su relación con el nivel de actividad física.<sup>(7)</sup> Se podría decir que el hombre tiene un organismo estructurado para el movimiento, no sólo puede hacer ejercicio, sino que para mantenerse sano debe hacerlo, adaptado a su edad y circunstancias particulares.<sup>(8)</sup> Su importancia radica en la búsqueda de un envejecimiento activo, el cual permita mitigar los

cambios fisiológicos que acompañan este proceso.<sup>(8)</sup> Por otra parte, el aumento de hábitos sedentarios y la disminución en la realización de actividad física impacta directamente sobre la autonomía e independencia funcional, derivando en incapacidad de realizar tareas de la vida diaria, aumento de la fatiga y disminución de la energía para disfrutar del tiempo libre.<sup>(7)</sup> El declive en los niveles físicos influye directamente sobre la salud y el estado de bienestar general, asociado al envejecimiento, aumenta el riesgo sobre los diferentes sistemas del cuerpo humano.<sup>(8)</sup>

Es el sistema musculoesquelético donde el envejecimiento suele ser el inicio de un proceso denominado sarcopenia, el cual es un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva de la masa, fuerza y función musculoesquelética.<sup>(9)</sup> Este proceso se encuentra estrechamente relacionado con la movilidad y los impedimentos funcionales comunes en la edad avanzada, incidiendo directamente sobre la independencia y calidad de vida de las personas.<sup>(5,10)</sup> Es por esto, que la intervención temprana, por medio de la actividad física, parece ser un método prometedor para prevenir y reducir los cambios que acarrea este proceso en la función, masa y fuerza muscular.<sup>(11)</sup>

### **III.b Calidad muscular.**

La calidad muscular es, en pocas palabras, la capacidad del tejido muscular para realizar sus diversas funciones, incluidas la contracción, metabolismo y conducción eléctrica. Surgió como un medio para describir los diversos cambios intramusculares asociados con el rendimiento muscular en el contexto del envejecimiento y la sarcopenia. Si bien la disminución de la función física se ha atribuido tradicionalmente a la pérdida de masa muscular relacionada con la edad, la evidencia reciente indica que la calidad muscular puede tener una relevancia funcional relativamente mayor.<sup>(5)</sup>

Una de las formas de expresión de la calidad es la potencia muscular, la cual se encuentra fuertemente relacionada con la movilidad, funcionalidad y mortalidad en ancianos.<sup>(5)</sup> Se ha demostrado que la tasa de disminución de la fuerza muscular es más rápida que la pérdida de masa muscular, pero aún más lenta que la tasa de disminución de la potencia muscular, por lo cual, su relevancia se torna mayor como indicador de salud en personas mayores.<sup>(10)</sup>

Hay diferentes maneras de cuantificar la capacidad del músculo para funcionar, una de ellas, es el Índice de Calidad Muscular (MQI).<sup>(6)</sup> Éste índice estima la

potencia muscular de los músculos extensores de rodilla a partir de valores antropométricos del cuerpo (masa corporal y longitud de los miembros inferiores) y la realización de un test funcional cronometrado, denominado Sit-to-stand test.<sup>(6)</sup> En los adultos mayores, una disminución en este índice se asocia con el deterioro de la capacidad para realizar actividades de la vida diaria, como caminar o levantarse de una silla, lo cual influye directamente sobre su independencia.<sup>(6)</sup> Este índice es considerado una herramienta clínica para la detección de individuos en riesgo de incapacidades físicas basadas en la calidad muscular.<sup>(12)</sup> Este método de evaluación es de suma importancia para desarrollar programas de entrenamiento adecuados, los cuales estén destinados a mejorar la condición física de la población mayor y así llevar una vida independiente.<sup>(6)</sup>

### **III.c Arquitectura muscular.**

Se ha demostrado que el envejecimiento se asocia con cambios significativos en la estructura de los músculos, por lo cual su evaluación es fundamental.<sup>(2)</sup> Además, ésta se encuentra íntimamente ligada con la función muscular.<sup>(13)</sup>

Avances recientes apoyan el uso de la ecografía musculoesquelética en la valoración no-invasiva de la masa muscular. Ésta, a diferencia de la Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DEXA), se encuentra con mayor disponibilidad y proporciona resultados válidos y confiables de la área de sección transversal, grosor muscular, ecogenicidad y ángulo de penación.<sup>(5)</sup>

En los músculos peniformes —en los que las fibras se disponen oblicuamente respecto a la dirección del músculo o línea de acción mecánica del tendón—, la orientación de las fibras es de gran importancia a la hora de explicar la generación de fuerza, ya que, la disposición angular determina un aumento en la capacidad de generar fuerza. Esto se da debido a que un mayor número de sarcómeros pueden encontrarse en cierto volumen muscular y contribuir en la contracción. Sin embargo, la angulación también genera disminución —en menor medida— en la tensión de las fibras, lo cual está determinado por el coseno del ángulo de penación (a medida que se aleja del 0, la tensión muscular disminuye).<sup>(14)</sup>

Es importante destacar que los cambios en la fuerza y función muscular también se encuentran influenciados por otros factores, como son la ecogenicidad y el grosor muscular.<sup>(15,16)</sup> Un aumento del tejido adiposo y conectivo intramuscular, en conjunto con una disminución del grosor suelen generar cambios en las



propiedades musculares, generando un impacto negativo en el rendimiento funcional tanto de hombres como de mujeres.<sup>(15,16)</sup> Estos cambios toman mayor jerarquía si son dentro de la musculatura extensora de rodilla, ya que, tanto el grosor como la ecogenicidad se correlacionan con la fuerza del cuádriceps, músculo que tiene un rol fundamental en la realización de actividades de la vida diaria de las personas.<sup>(6,15,16)</sup>

#### **IV. JUSTIFICACIÓN.**

Actualmente, la línea de investigación centrada en el impacto de la actividad física sobre el sistema musculoesquelético es creciente, sobre todo en relación a los adultos mayores. Es por esta razón, que las conclusiones de este estudio buscan ampliar los conocimientos sobre la temática y proporcionar información que permita mejorar la calidad de vida de las personas que transiten por esta etapa de la vida.

#### **V. MATERIALES Y MÉTODOS.**

##### **V.a Revisión bibliográfica.**

Se realizó una revisión de la bibliografía, en la cual se incluyó artículos publicados desde 2010 en adelante, en idioma inglés y español. Se excluyeron aquellos enfocados en niños o adolescentes, enfermedades neurológicas y pacientes hospitalizados. Se utilizó la siguiente estrategia de búsqueda:

#	Palabra clave	Término libre	DeCS	MeSH
1	Actividad física		Actividad motora	Motor Activity
2	Ángulo de penación	"Pennation angle"		
3	Ecografía		Ultrasonografía	Ultrasonography
4	Grosor muscular	"Muscle thickness"		

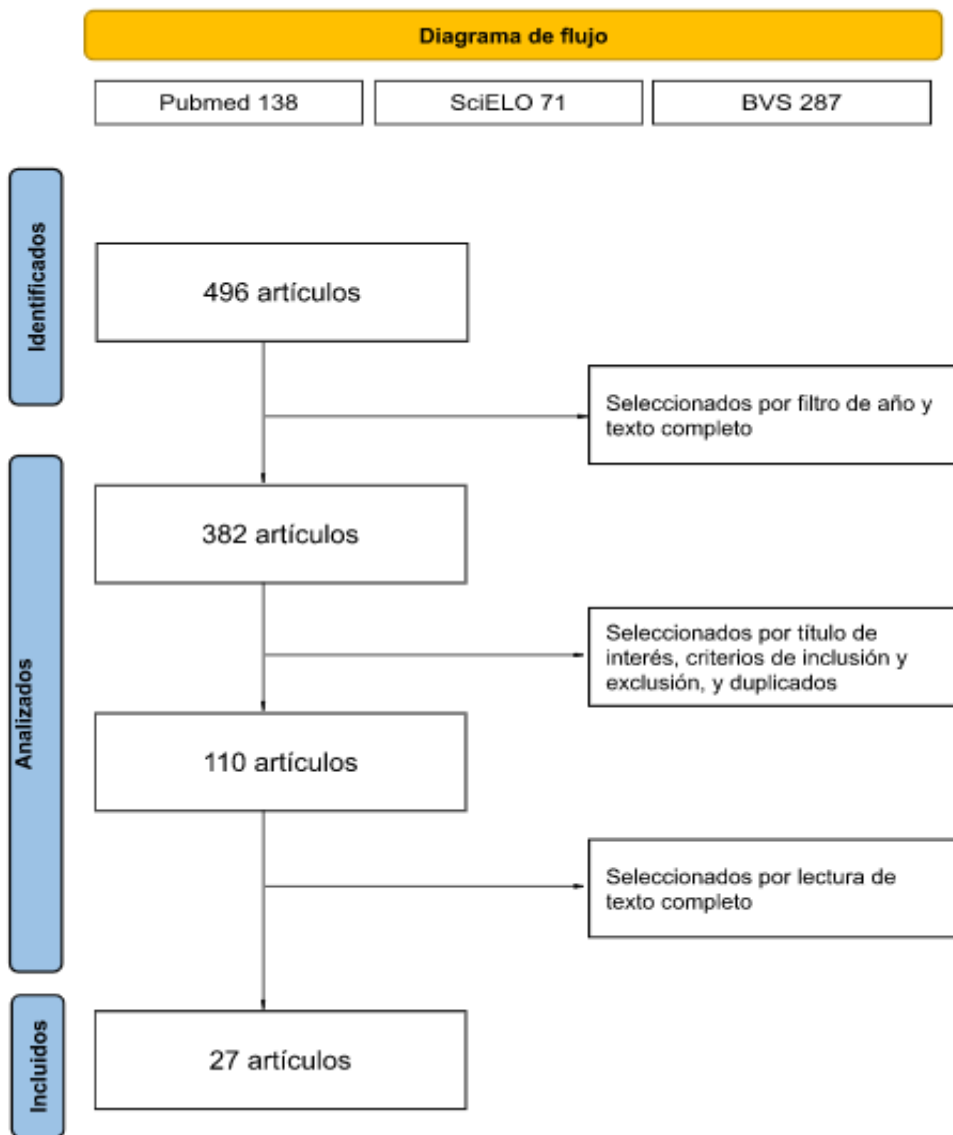
5	Calidad muscular	"Muscle quality"		
6	Adulto mayor		Anciano	Aged
7	Test sit-to-stand	"Sit-to-stand test"		

La combinación de palabras clave que se utilizó es:

- #6 AND #1 = 71 artículos
- (#2 OR #3 OR #4) = 258 artículos
- (#2 OR #3 OR #4) AND #6 = 29 artículos
- #5 AND #6 = 29 artículos
- (#2 OR #3 OR #4) AND #1 = 92 artículos
- #5 AND #1 = 9 artículos
- #5 AND #6 AND #7 = 8 artículos

Las fuentes de consulta se realizaron por medio de bibliotecas virtuales, determinando entre ellas los siguientes sitios:

- Pubmed.
- Biblioteca Virtual en Salud (BVS).
- SciELO



## V.b Trabajo de campo.

Se realizó un estudio con un diseño observacional, transversal y prospectivo. Los datos se extrajeron del proyecto de investigación “Desempeño funcional e índice de calidad muscular (ICM) en individuos jóvenes y adultos mayores” (Resolución rectoral N° 188/2020 UGR).

### V.b.a Criterios de selección de los sujetos.

Este estudio se desarrolló en el marco del Centro Universitario de Asistencia, Docencia e Investigación (CUADI). Donde se incluyeron 65 adultos mayores de 60 años, residentes en la ciudad de Rosario, Santa Fe, durante el periodo febrero-mayo 2022.

#### **V.b.a.a Criterios de inclusión.**

Se incluyeron adultos mayores a partir de 60 años en adelante de ambos sexos.

#### **V.b.a.b Criterios de exclusión.**

Se excluyeron del estudio aquellos individuos con patologías articulares incapacitantes de las extremidades inferiores, enfermedades neurológicas, enfermedades desmielinizantes, pérdida de peso significativa reciente, imposibilidad de levantarse de la silla sin ayuda al menos una vez y aquellas personas que no tuvieron interés en participar.

#### **V.b.b Procedimientos de evaluación.**

Todos los individuos de la muestra fueron sometidos a una única instancia de evaluación, la cual se realizó en el Centro Universitario de Asistencia, Docencia e Investigación (CUADI) luego de firmar un consentimiento informado (Anexo 1). La evaluación comenzó mediante la recolección de datos personales y antecedentes, a través de un formulario auto administrado (Anexo 2). A continuación, se siguió con los procedimientos de evaluación mediante diferentes estaciones dentro de una misma sala.

#### **V.b.b.a Método de evaluación del nivel de actividad física.**

Los datos acerca del nivel de actividad física se recolectaron a través del Cuestionario Internacional de Actividad Física modificado para ancianos (IPAQ-E), validado por Hurtig-Wennlof et al.<sup>(17)</sup> (Anexo 3). Éste cuestionario procede de la adaptación a personas mayores de la versión corta del Cuestionario Internacional de la Actividad Física (IPAQ) y consta de 7 preguntas abiertas referidas a las actividades realizadas por las personas mayores en la última semana. La primera pregunta evalúa el tiempo que permanecen sentados, la segunda y tercera se centran en la actividad de caminar, la cuarta y quinta evalúan las actividades moderadas, y las dos últimas, las actividades vigorosas. Estas preguntas determinan la frecuencia (días por semana) y la duración o tiempo empleado en cada una de las actividades.<sup>(17)</sup>

El cuestionario IPAQ-E considera actividades moderadas a aquellas con una duración de al menos 10 minutos continuos, las cuales producen un incremento leve de la respiración, la frecuencia cardíaca y la sudoración. En caso de las actividades vigorosas, refiere un incremento alto de las variables antes mencionadas, con una duración igual o mayor a 10 minutos continuos.<sup>(17)</sup>

En el presente estudio, los adultos evaluados debieron completar el cuestionario, y la puntuación del mismo se determinó por subescalas. La actividad física semanal se midió en METs-min-semana (MMS), considerando METs a los múltiplos de la tasa de gasto metabólico. Los MMS se calcularon de la siguiente manera: una vez completado el cuestionario, se utilizaron valores METs de referencia de intensidad (Caminar: 3.3 METs, Actividad Física Moderada: 4 METs y Actividad Física Vigorosa: 8 METs) los cuales se multiplicaron por los minutos y días empleados en caminar, realizar actividades moderadas y vigorosas. Posteriormente, se sumaron entre sí para hallar la actividad física total realizada. Mediante éste resultado, se distribuyó a los sujetos en 3 categorías de nivel de actividad: bajo (no registraron actividad o no alcanzaron los valores de las categorías media y alta), medio (al menos uno de estos criterios: 3 o más días de actividad física vigorosa al menos 20 min/día, 5 o más días de actividad física moderada y/o caminar al menos 30 min/día, 5 o más días de una combinación de caminar y/o actividad de intensidad moderada y/o vigorosa que alcancen los 600 MMS) y alto (3 o más días de actividad física vigorosa por semana en los cuales se alcance un gasto energético de 1500 MMS o 7 días o más de una combinación de caminar y/o actividad física moderada y/ vigorosa alcanzando un registro de al menos 3000 MMS).<sup>(17)</sup>

#### **V.b.b.b Método de evaluación del Índice de Calidad Muscular.**

Se registró el Índice de Calidad Muscular según la siguiente fórmula, propuesta por Takai et al.<sup>(6)</sup>

$$\text{MQI(Watts)} = ((\text{Longitud de la pierna} \times 0.4) \times \text{masa corporal} \times \text{gravedad} \times 10) / \text{tiempo STS}$$

El índice incluye la longitud de las extremidades expresada en metros, la altura de la silla utilizada en la prueba de STS (0.4 metros), masa corporal en kilogramos, aceleración de la gravedad (9,81 ms<sup>-2</sup>), una constante de 10 y el tiempo del test sit-to-stand expresado en segundos.<sup>(6)</sup>

Se utilizaron los datos resultantes de las siguientes mediciones:

- Longitud de la pierna: se realizó la medición del miembro inferior dominante mediante una cinta métrica desde el trocánter mayor hasta el maléolo externo del peroné.<sup>(6)</sup>
- Masa corporal: se instruyó al paciente para una correcta posición sobre la balanza de bioimpedancia Tanita InnerScan V BC-601, en la cual se

posicionó descalzo, parado sobre ella, con una correcta ubicación de los pies en la zona de captación. Además, se le indicó tomar los electrodos con sus manos colocando los codos en extensión y los hombros en flexión de 90°. A continuación, se tomó registro de los datos arrojados.

- Test sit-to-stand: se le pidió al sujeto que, desde la sedestación sobre una silla con respaldo apoyada contra una pared, cruce sus brazos sobre el pecho y realice 5 movimientos de pararse y sentarse a la mayor velocidad posible. Se tomó el tiempo en segundos mediante un cronómetro, desde la posición inicial hasta la posición erguida en el último movimiento de ascenso. En los casos donde no se completó la prueba, se asignó un valor de 0 (cero).<sup>(6)</sup>

#### **V.b.b.c Método de evaluación de la arquitectura muscular.**

La evaluación de los parámetros arquitectónicos de la musculatura extensora de rodilla (específicamente el Recto Femoral) se realizó mediante el Sistema de diagnóstico por imagen digital ultrasónica DP30 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Shanghai, China). Las imágenes fueron tomadas a 4 cm de profundidad con el sujeto acostado en decúbito supino, con las caderas y rodillas en posición anatómica, en ambas extremidades, sobre puntos anatómicos previamente marcados.<sup>(18)</sup> Se colocó el cabezal perpendicular a la piel, cubierto con gel transmisor hidrosoluble (esto proporcionó contacto acústico sin hundir la superficie de la piel).<sup>(18)</sup> Los puntos se situaban al 50% de la distancia entre el trocánter mayor del fémur y la meseta tibial.<sup>(18)</sup> Posteriormente, las imágenes fueron grabadas y volcadas al ordenador mediante una tarjeta de memoria para ser analizadas a través del software Image J (versión 1.53 [obtenido de: <https://imagej.nih.gov/>]).

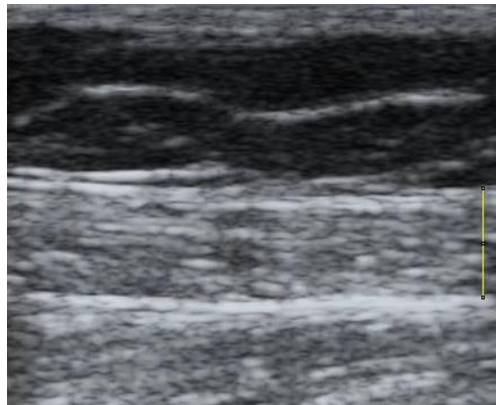
Se tomaron ciertos criterios, por parte del examinador, a la hora de realizar las medidas de la arquitectura muscular como:

- Asegurarse que el sujeto mantenga la musculatura a analizar completamente relajada, a la hora de aplicar el cabezal.<sup>(18)</sup>
- Tener especial cuidado en no realizar una presión excesiva con el cabezal sobre la piel, ya que ésta tiende a deformarse, lo cual podría subestimar el grosor muscular.<sup>(18)</sup>

- Ver, en las imágenes seleccionadas, la disposición general de los fascículos musculares, de manera que se pudiesen tomar líneas como referencia para la medida de los ángulos de penación.<sup>(18)</sup>
- Tomar un mínimo de 5 imágenes en cada extremidad, marcar 2 según criterio del examinador para, posteriormente, al momento del análisis elegir una única imagen como referencia.<sup>(18)</sup>

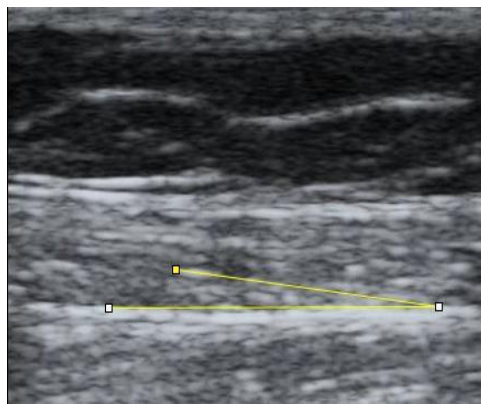
Dicho esto, se midieron las siguientes variables:

- Grosor muscular: se consideró como grosor muscular la distancia entre la aponeurosis superficial y profunda de los músculos (medida en centímetros), tomando una medida en cada extremo lateral de la imagen y hallando la media aritmética de las dos.<sup>(18)</sup> (Figura 1)



**Figura 1.** Medición ecográfica del grosor muscular del recto femoral.

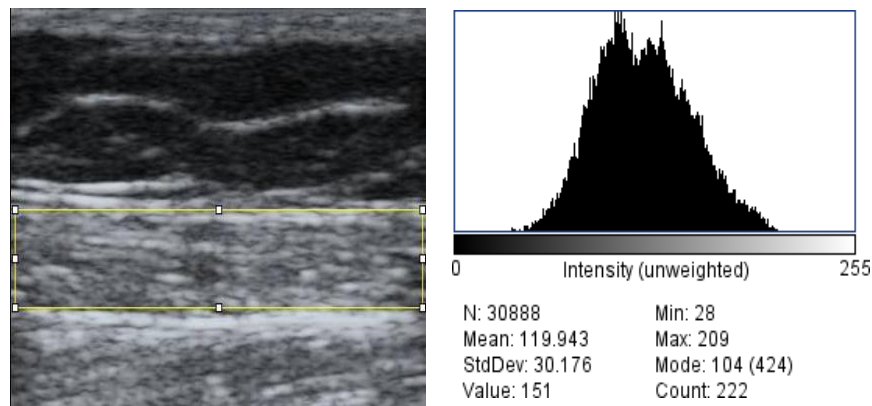
- Ángulo de penación: éste se encontraba entre la aponeurosis profunda y los interespacios de los fascículos. Se tomaron dos medidas en dos lugares distintos y se halló la media aritmética de las dos.<sup>(18)</sup> (Figura 2)



**Figura 2.** Medición ecográfica del ángulo de penación del recto femoral.

- Ecogenicidad: se seleccionó una región de interés dentro de la imagen ecográfica (sin hueso ni fascia circundante) sobre la cual se calculó la

ecogenicidad media. Ésta se determinó utilizando un análisis de escala de grises (negro=0, blanco=255 píxeles) asistido por computadora, ofrecido por el software ImageJ.<sup>(4)</sup> (Figura 3)



**Figura 3.** Izquierda, medición ecográfica de la ecogenicidad del recto femoral. Derecha, histograma.

## VI. ANÁLISIS DE DATOS Y ESTADÍSTICA.

Los datos descriptivos se presentan como media  $\pm$  DE. La distribución normal de los datos se verificó mediante la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Las diferencias entre grupos en las características antropométricas se evaluaron mediante las pruebas de ANOVA. Las diferencias entre el nivel de actividad física y el índice de calidad muscular, y arquitectura muscular se evaluaron mediante Test de Kruskal-Wallis para la prueba de ANOVA de una vía, y la prueba de Post-Hoc de Dwass-steel-critchlow-fligner (DSCF) de comparación de pares. Las diferencias entre géneros, ICM y las variables de la arquitectura muscular se evaluaron mediante la prueba de U de Mann-Whitney. Las diferencias estandarizadas para las comparaciones se analizaron utilizando el tamaño del efecto con la Correlación Biserial de Rangos. Se utilizó la siguiente escala para interpretar la magnitud del tamaño del efecto:  $<0.20$  = trivial,  $0.20-0.59$  = pequeño,  $0.60-1.19$  = moderado,  $1.20-2.00$  = grande y  $>2.00$  = muy grande.<sup>(19)</sup> Se utilizaron los coeficientes rho de Spearman para examinar la asociación entre ICM y las variables de arquitectura muscular. Los criterios para interpretar la fuerza de la rho de Spearman fueron los siguientes:  $<0.10$  = trivial,  $0.10-0.29$  = pequeño,  $0.30-0.49$  = moderado,  $0.50-0.69$  = alto,  $0.70-0.89$  = muy alto y  $>0.90$  prácticamente perfecto.<sup>(19)</sup> La significación se fijó en  $P < 0.05$ . Todo el análisis se realizó utilizando el software Jamovi (versión 1.2, el proyecto jamovi, 2020 [obtenido de: <https://www.jamovi.org>]).



## VII. RESULTADOS.

Un total de 65 adultos mayores fueron incluidos para el estudio. Las características demográficas de la población se muestran en la tabla 1.

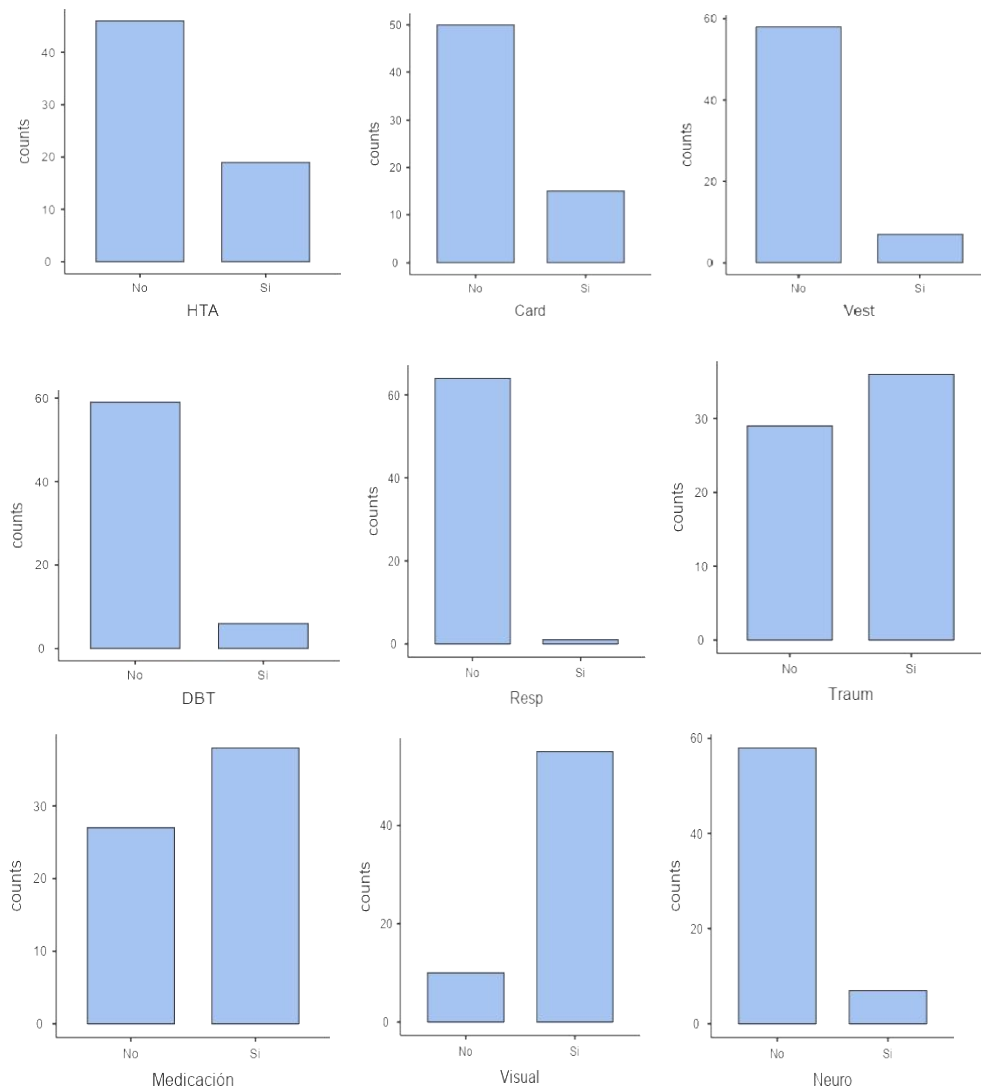
**Tabla 1.** Características de la población según el nivel de actividad física (I-PAQ-E).

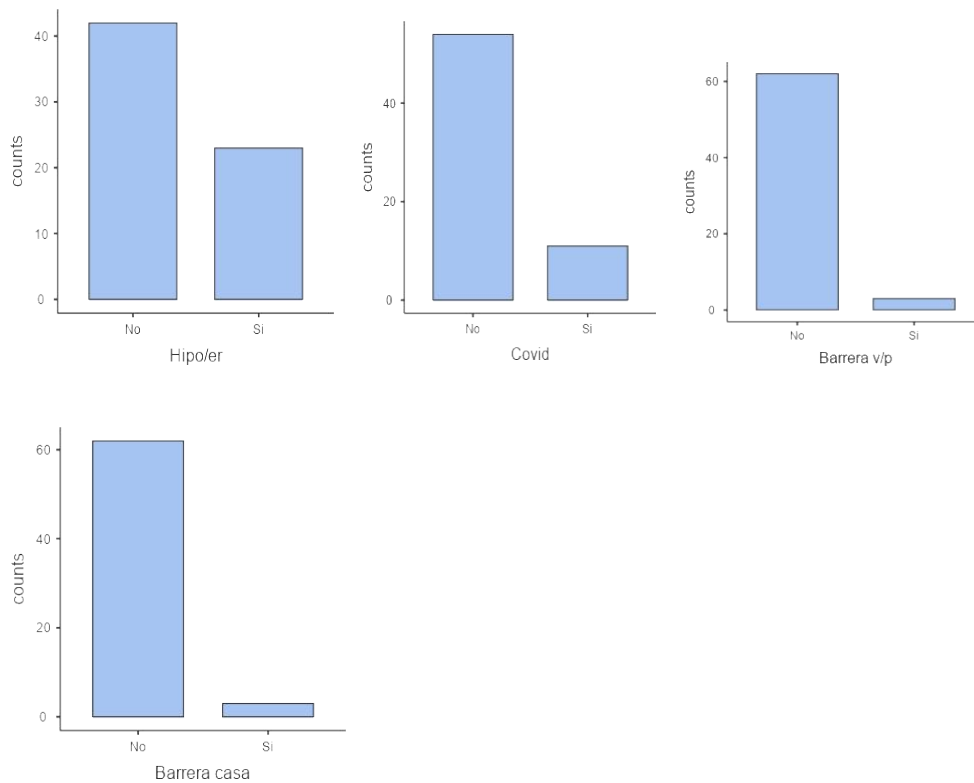
Variable	Baja	Moderada	Alta	P
n(%masculino /femenino)	17 (29.4/70.6 )	30 (40/60)	18(23.5/76.5)	.62 <sup>a</sup>
Edad (años)	74 (63-83)	69.5 (60-82)	69 (62-80)	.10 <sup>b</sup>
Peso (Kg)	70.5 (51.6-97)	70.5 (50.3-93.3)	70.9 (50.1-113)	.95 <sup>b</sup>
Altura (Cm)	162 (147-175)	167 (150-179)	161 (148-184)	.17 <sup>b</sup>
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28 (22.1-27)	25.9 (21.3-33.5)	26.1 (20.1-39.2)	.70 <sup>c</sup>
Pierna dominante D/I	16/1	29/1	17/1	.90 <sup>a</sup>
Caedores/muestra	2/17	11/30	4/18	.17 <sup>a</sup>
EVA (cm)/muestra	5.7/4	5.6/5	2.5/2	.53 <sup>c</sup>
SARC-F cantidad/muestra	1/17	0/30	0/18	-
STS (seg)	13.3±4.79	10±2.54	9.76±3.01	.039 <sup>c*</sup>

**Abreviaciones:** IMC, Índice de masa corporal; D, derecha; I, izquierda. EVA, Escala visual analógica; SARC-F: Cuestionario de diagnóstico de sarcopenia > 4 puntos se

considera sarcopenico; STS prueba de levantarse y sentarse. Los valores son la media  $\pm$  DE a menos que se indique lo contrario; \*Los valores de  $P < 0.05$  son estadísticamente significativos; <sup>a</sup> Prueba de Chi-cuadrado; <sup>b</sup> Prueba de Kruskal-Wallis, <sup>c</sup> Prueba de Welch's.

Las Figuras 4-16 muestran la prevalencia de comorbilidades y otras variables relacionadas con la muestra.





Se encontraron diferencias significativas entre los diferentes niveles de actividad física y el índice de calidad muscular ( $p=.011$ ,  $\epsilon^2= 0.141$ ). El análisis Post-Hoc DSCF mostró diferencia entre los niveles bajos de actividad física con los moderados ( $p=.006$ ). Las demás comparaciones no fueron significativas. Los valores de mediana (mínimo-máximo) se mostrarán en la tabla 2.

**Tabla 2.** Valores de calidad muscular según nivel de actividad física.

Variable	Baja	Moderada	Alta
ICM	178* (97.6/266)	234 (128/468)	230(145/496)

**Abreviaciones:** ICM, índice de calidad muscular. Los datos mostrados representan en mediana, y mínimo – máximo). \* Los datos son expresados en watts.

Con respecto a la arquitectura muscular, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de actividad física para el músculo recto femoral derecho. La única diferencia hallada fue para la variable grosor muscular de la pierna izquierda ( $p=.032$ ,  $\epsilon^2=0.107$ ). El análisis *Post-Hoc*

DSCF mostró diferencia entre los niveles altos de actividad física con los bajos ( $p=.05$ ). Los valores de mediana (mínimo-máximo) de las variables de arquitectura muscular se mostrarán en la tabla 3.

**Tabla 3.** Valores de las variables de arquitectura muscular del recto femoral.

<b>Variables</b>	<b>Baja</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>
<b>∠ Penación derecho<sup>a</sup></b>	9.86 (7.99-16.5)	10.3 (7.19-18.1)	11 (7.62-15.4)
<b>Grosor derecho<sup>b</sup></b>	1.01 (0.44-1.40)	1.05 (0.60-1.64)	1.08 (0.79-1.73)
<b>Ecogenicidad media derecho<sup>c</sup></b>	93.8 (55.2-149)	85.1 (47.7-144)	98.8 (61.3-157)
<b>Ecogenicidad DE derecho<sup>c</sup></b>	32.3 (24.5-36.2)	28.8 (21.1-38.2)	30.3 (39-24.2)
<b>∠ Penación Izquierdo<sup>a</sup></b>	10.1 (8.03-15.6)	11 (6.91-17.6)	11.3 (7.02-14.1)
<b>Grosor Izquierdo<sup>b</sup></b>	1.09 (0.55-1.5)	1 (0.75-1.8)	1.29 (0.94-2.09)
<b>Ecogenicidad media Izquierdo<sup>c</sup></b>	84.9 (61.4-167)	87.5 (51.7-139)	98.3 (57.4-144)
<b>Ecogenicidad DE Izquierda<sup>c</sup></b>	30.4 (19.8-36.3)	30.3 (18.3-38.8)	32.9 (24.8-36.6)

**Abreviaciones:** Los datos mostrados representan en mediana, y mínimo – máximo). Los datos son expresados: <sup>a</sup> en grados, <sup>b</sup> centímetros, <sup>c</sup> pixeles.

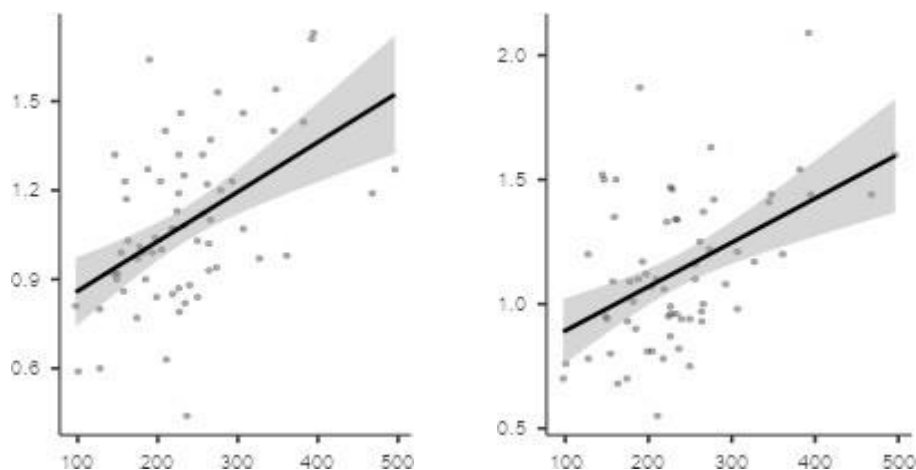
En la tabla 4 se muestran las diferencias en el ICM y las variables de la arquitectura muscular entre géneros

**Tabla 4.** Diferencias en el ICM y las variables de la arquitectura muscular entre géneros.

Variables	P <sup>a</sup>	Tamaño de Efecto
ICM	< .001 <sup>b</sup>	- 1.13 <sup>d</sup>
∠ Penación derecho	.098 <sup>c</sup>	0.25 <sup>e</sup>
Grosor derecho	< .001 <sup>c</sup>	0.53 <sup>e</sup>
Ecogenicidad media derecho	< .001 <sup>c</sup>	0.77 <sup>e</sup>
∠ Penación Izquierdo	0.95 <sup>c</sup>	0.00 <sup>e</sup>
Grosor Izquierdo	.010 <sup>c</sup>	0.39 <sup>e</sup>
Ecogenicidad media Izquierdo	< .001 <sup>c</sup>	0.60 <sup>e</sup>

**Abreviaciones:** ICM, índice de calidad muscular; ∠, ángulo. <sup>a</sup> Los valores de  $P < 0.05$  son estadísticamente significativos. <sup>b</sup> Se utilizó la prueba paramétrica T-test para muestra independientes; <sup>c</sup> Se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U; <sup>d</sup> La d de Cohen y <sup>e</sup> la correlación de Biserial de rangos se utilizó para estimar el tamaño de efecto.

No se han encontrado asociación entre el ICM y las variables de arquitectura muscular, excepto en la variable grosor derecho ( $\rho=0.474$ ,  $p=. < .001$ ) e izquierdo ( $\rho= 0.406$ ,  $p=. < .001$ ). (Figura 17)



**Figura 17.** Gráficos correspondientes a los coeficientes rho de Spearman. Imagen izquierda, miembro inferior derecho. Imagen derecha, miembro inferior izquierdo.

## VIII. DISCUSIÓN

El objetivo general fue analizar cómo influye el nivel de actividad física sobre el Índice de Calidad Muscular, el ángulo de penación, el grosor muscular y la ecogenicidad en adultos mayores, residentes en la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. Los resultados concluyeron que los niveles de actividad física tuvieron diferencias estadísticamente significativas con el Índice de Calidad Muscular, la cual estuvo entre los niveles bajos y moderados. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de actividad física y la arquitectura muscular para el músculo recto femoral derecho, la única diferencia se correspondió con la variable grosor muscular de la pierna izquierda. Ésta diferencia se dio entre los niveles bajos y altos de actividad física. A su vez, fue de interés observar si había diferencias entre ambos géneros a partir de las variables de arquitectura muscular y del ICM. Se encontraron resultados significativos en el ICM, ecogenicidad (recto femoral derecho e izquierdo) y grosor muscular derecho. Por último, se buscó analizar la relación entre el ICM y los parámetros de arquitectura muscular, siendo ésta no significativa, excepto en la variable grosor muscular derecho e izquierdo.

Uno de los objetivos de este estudio fue determinar la asociación entre los niveles de actividad física y el Índice de Calidad Muscular en una población de adultos mayores. Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el Índice de Calidad Muscular y los niveles bajos y moderados de actividad física.

Estos resultados coinciden con los presentados por Buckinx et al<sup>(20)</sup> quienes reportaron resultados significativos entre las personas que realizan actividades de resistencia y el ICM. Cabe destacar, que estos autores tomaron una muestra mayor que la presentada por éste estudio. Otra diferencia hallada fue la forma de calificar la actividad física que fue cuantificada estimando la actividad física aeróbica, de resistencia y de cuerpo y mente, según el tiempo total dedicado a cada dominio. En otro caso, Fragala et al<sup>(10)</sup> investigaron la respuesta del ICM al entrenamiento reportando que el ICM mejora significativamente a partir del entrenamiento de resistencia. Al igual que el presente trabajo, fue un estudio focalizado en una población de adultos mayores, los cuales presentaron una edad media de  $70.6 \pm 6.1$  años. En otro trabajo, Brown et al<sup>(21)</sup> investigaron el ICM y su relación con la mortalidad, en una cohorte de 4510 adultos mayores. Los resultados reportados mostraron una media de  $120.2 \pm 1.6$  watts en el ICM, además, concluyeron en que un bajo ICM se asoció con un mayor riesgo de mortalidad. Si bien, el objetivo de estudio fue diferente, nuestros valores fueron superiores. La principal diferencia se centra en la muestra.

Otro de los objetivos de este estudio fue determinar la relación entre los niveles de actividad física y los parámetros de arquitectura muscular en adultos mayores. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas para el recto femoral derecho. Por otra parte, se encontraron diferencias en la variable grosor muscular de la pierna izquierda, entre los niveles altos y bajos. En relación a esta última variable, en un estudio longitudinal, Fukumoto et al<sup>(22)</sup> hallaron una disminución en el grosor muscular del recto femoral, tanto en quienes presentaron bajo como alto nivel de actividad física. Además, estos autores encontraron una disminución significativa de la ecogenicidad en el nivel alto de actividad física. Si bien estos resultados contrastan con los presentados en este trabajo, cabe destacar que estos cambios se evidenciaron en un período de tiempo, que la forma de cuantificar el nivel de actividad física difiere con la utilizada en éste trabajo y, por último, que el número de muestra es mayor. Por otro lado, Okura et al<sup>(23)</sup> encontraron una asociación significativa entre el nivel de actividad física y la ecogenicidad en el músculo recto femoral. Ésta diferencia puede estar influenciada por la forma en que estos autores midieron el nivel de actividad física, los cuales utilizaron un acelerómetro y lo calificaron según actividad moderada a vigorosa, en contraposición con el presente estudio, en el cual se midió a través de un formulario autoadministrado. Cabe remarcar que la muestra utilizada por Okura

et al<sup>(23)</sup> se centró en pacientes con EPOC, en los cuales la edad media fue de  $70\pm 7$  años; si bien se trataba de adultos mayores, los mismos presentaban una enfermedad que tiene influencia sobre la capacidad muscular y funcional, a diferencia de nuestra población, que no presentaba comorbilidades de jerarquía. En relación a la angulación de las fibras, Alonso-Fernandez et al<sup>(24)</sup> estudiaron el comportamiento del ángulo de penación del recto femoral mediante la realización de ejercicios excéntricos, estos autores concluyeron en que hay un aumento significativo en el período de entrenamiento y, posteriormente, un declive significativo en el período de desentrenamiento. Adicionalmente, Strasser et al<sup>(4)</sup> estudiaron la reproducibilidad de la medición del ángulo de penación mediante ultrasonido musculoesquelético, tanto en individuos jóvenes como en adultos sarcopénicos. Concluyeron que la reproducibilidad de las mediciones es moderada. Sin embargo, se debe destacar que en la actualidad la información sobre ésta variable es escasa, lo cual posiciona al trabajo presentado por estos autores como uno de alto impacto clínico promoviendo, además, la investigación de éstos parámetros. En otro estudio, El-Ansary et al<sup>(25)</sup> reportaron datos descriptivos del recto femoral en una población de adultos, los cuales presentaron una edad media  $59.9\pm 7.08$  años. En el caso del grosor muscular, fue presentado en centímetros con una media de  $1.5\pm 1.6$ . Con respecto a la ecogenicidad, los valores fueron referidos en píxeles obteniendo así una media de  $100.2\pm 38.1$ . Es relevante remarcar la variabilidad entre la muestra presentada por dichos autores y el presente trabajo, siendo mayor en edad y número la utilizada en este estudio. Similares resultados fueron presentados por Silva et al<sup>(26)</sup> en una muestra de 17 adultos con diabetes tipo 2. Realizaron un estudio de confiabilidad intra e inter evaluador. Con respecto al grosor del recto femoral, fue reportado en milímetros, con una media de  $12,74 \pm 2,49$ . Además se midió el ángulo de penación, cuya media fue  $8,76\pm 1,78$  grados. Si bien los resultados se asemejan a los presentados en éste trabajo, se debe destacar la población de enfoque presentaba una comorbilidad de jerarquía y su número muestral fue menor al de éste estudio.

Por otro lado, análisis secundarios, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos géneros. Éstas se dieron en las variables Índice de Calidad Muscular, ecogenicidad (recto femoral derecho e izquierdo) y grosor muscular derecho. Con respecto a estos resultados, Osawa et al<sup>(27)</sup> reportaron valores significativamente mayores para la variable ecogenicidad en mujeres, en comparación con los hombres. Además, también encontraron diferencias en el



grosor muscular, las cuales fueron significativamente mayores para el género masculino. En relación a la diferencia entre géneros respecto al ICM, Brown et al<sup>(21)</sup> hallaron una asociación significativa entre el género femenino y un ICM más bajo. Si bien, los valores hallados por este estudio, están en consonancia con la literatura, es importante señalar que las investigaciones mencionadas muestran mayores muestras que el trabajo presentado. Cabe destacar que estas diferencias garantizan la potencia de los resultados. Este trabajo tiene sus limitaciones y fortalezas. Con respecto a sus fortalezas, podemos reconocer la originalidad de la investigación, mediante la cual se aportan valores de referencia de una temática poco estudiada en nuestra población. En segundo lugar, al haberse utilizado herramientas de bajo costo y de fácil accesibilidad. Es por esto que sugerimos que estos resultados pueden contribuir con nuevos conocimientos.

En relación a las limitaciones, una de las principales fue que no se realizó un cálculo de muestra, por lo cual el número de participantes podría considerarse bajo, para extrapolar los datos a la población general. Además, la situación sanitaria post-pandemia de COVID-19, no permitió dar continuidad durante el reclutamiento, impactando en la muestra final.

## **IX. CONCLUSIÓN**

El nivel de actividad física influye sobre el sistema musculoesquelético. Basado en los resultados obtenidos, hemos encontrado diferencias significativas entre los diferentes niveles de actividad física y el Índice de Calidad Muscular, no así con la arquitectura muscular. Estos hallazgos se condicen con los encontrados en la literatura; en contraste con lo que sucede con los parámetros arquitectónicos. Creemos que estos datos pueden ser tomados de referencia para futuros trabajos en ésta línea de investigación.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Jiménez Oviedo Y, Núñez M, Coto E. La actividad física para el adulto mayor en el medio natural. *InterSedes*. 2013;14(27):168-181. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-24582013000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582013000100009&lng=en&nrm=iso)
2. Castro-Coronado Jaime, Yasima-Vásquez G, Zapata-Lamana R, Toloza-Ramírez D, Cigarroa I. Characteristics of resistance training-based programs in older adults with sarcopenia: Scoping review. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2021;56(5):279-288. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.regg.2021.05.004>
3. Beckwée D, Delaere A, Aelbrecht S, Baert V, Beaudart C, Bruyere O et al. Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia: A systematic umbrella review. *J Nutr Health Aging*. 2019;23(6):494-502. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1196-8>
4. Strasser EM, Draskovits T, Praschak M, Quittan M, Graf A. Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. *Age*. 2013;35(6):2377–2388. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9517-z>
5. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med*. 2015;45(5):641-658. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0305-z>
6. Takai Y, Ohta M, Akagi R, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Sit-to-stand Test to Evaluate Knee Extensor Muscle Size and Strength in the Elderly: A Novel Approach. *J Physiol Anthropol*. 2010;28(3):123-128. Disponible en: <https://doi.org/10.2114/jpa2.28.123>
7. Muñoz-Arribas A, Vila-Maldonado S, Pedrero-Chamizo R, Espino L, Gusi N, Villa G et al. Evolución de los niveles de condición física en población octogenaria y su relación con un estilo de vida sedentario. *Nutr Hosp*. 2014;29(4):894-900. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.4.7212>
8. Osuna Pérez MC. *Fisioterapia y adulto mayor*. Jaén: Universidad de Jaén;2013.
9. Parra Rodríguez L, Szlejf C, García González AI, Malmstrom TK, Cruz Arenas E, Rosas Carrasco O. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Spanish-Language Version of the SARC-F to assess Sarcopenia in Mexican Community-Dwelling Older Adults. *Journal of the American Medical Directors Association*.

- 2016;17(12):1142-1146. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.09.008>
10. Fragala MS, Fukuda DH, Stout JR, Townsend JR, Emerson NS, Boone CH et al. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol.* 2014;53:1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.01.027>
11. Giallauria F, Cittadini A, Smart NA, Vigorito C. Resistance training and sarcopenia. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2016;84(1-2):738. Disponible en: <https://doi.org/10.4081/monaldi.2015.738>
12. Barbat-Artigas S, Rolland Y, Zamboni M, Aubertin-Leheudre M. How to assess functional status: a new muscle quality index. *J Nutr Health Aging.* 2012;16(1):67-77. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12603-012-0004-5>
13. Ticinesi A, Meschi T, Narici MV, Lauretani F, Maggio M. Muscle Ultrasound and Sarcopenia in Older Individuals: A Clinical Perspective. *J Am Med Dir Assoc.* 2017;18(4):290-300. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.11.013>
14. Velez Vázquez T, Carbonero López P, Del Baño Aledo ME; Estudio ecográfico de la arquitectura muscular de la musculatura de miembro inferior: variabilidad según sexo y edad. *Fisioterapia.* 2022;44(1):6-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ft.2021.03.002>
15. Ismail C, Zabal J, Hernandez HJ, Woletz P, Manning H, Teixeira C et al. Diagnostic ultrasound estimates of muscle mass and muscle quality discriminate between women with and without sarcopenia. *Front Physiol.* 2015;6:302. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00302>
16. Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Masatoshi N, Natsuko M. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:1919-1525. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2099-5>
17. Hurtig-Wennlöf A, Hagströmer M, Olsson LA. The International Physical Activity Questionnaire modified for the elderly: aspects of validity and feasibility. *Public Health Nutr.* 2010;13(11):1847-54. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/s1368980010000157>
18. Alegre Durán LM. Cambios en la arquitectura y biomecánica del músculo esquelético tras un entrenamiento de fuerza explosiva [tesis doctoral]. Toledo (España): UCLM;2004.
19. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>

20. Buckinx F, Peyrusqué É, Granet J, Aubertin-Leheudre M. Impact of current or past physical activity level on functional capacities and body composition among elderly people: a cross-sectional analysis from the YMCA study. *Arch Public Health*. 2021;79(1):50. Disponible en: <https://doi.org/10.1186%2Fs13690-021-00573-9>
21. Brown JC, Harhay MO, Harhay MN. The muscle quality index and mortality among males and females. *Ann Epidemiol*. 2016;26(9):648-53. Disponible en: <https://doi.org/10.1016%2Fj.annepidem.2016.07.006>
22. Fukumoto Y, Yamada Y, Ikezoe T, Watanabe Y, Taniguchi M, Sawano S et al. Association of physical activity with age-related changes in muscle echo intensity in older adults: a 4-year longitudinal study. *J Appl Physiol*. 2018;125(5):1468-1474. Disponible en: <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00317.2018>
23. Okura K, Iwakura M, Kawagoshi A, Sugawara K, Takahashi, H, Shioya, T. Objective physical activity level is associated with rectus femoris muscle echo-intensity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Respir J*. 2022;16(8):572- 580. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/crj.13528>
24. Alonso-Fernandez D, Fernandez-Rodriguez R, Abalo-Núñez R. Changes in rectus femoris architecture induced by the reverse nordic hamstring exercises. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019;59(4):640-647. Disponible en: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.18.08873-4>
25. El-Ansary D, Marshall CJ, Farragher J, Annoni R, Schwank A, McFarlane J et al. Architectural anatomy of the quadriceps and the relationship with muscle strength: An observational study utilising real-time ultrasound in healthy adults. *J Anat*. 2021;239(4):847-855. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/joa.13497>
26. Rodrigues de Souza Silva C, Dos Santos Costa A, Rocha T, Martins de Lima DA, Nascimento T, Arruda de Moraes SR. Quadriceps muscle architecture ultrasonography of individuals with type 2 diabetes: Reliability and applicability. *PLOS ONE*. 2018;13(10):e0205724. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205724>
27. Osawa Y, Arai Y, Oguma Y, Hirata T, Abe Y, Azuma, K et al . Relationships of muscle echo intensity with walking ability and physical activity in the very old population. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2017;25(2):189-195. Disponible en: <https://doi.org/10.1123/japa.2015-0203>

## **XI. ANEXOS.**

### Anexo 1.

Consentimiento informado.

El grupo de trabajo a cargo de este estudio, integrado por los licenciados Leonardo Intelangelo, Cristian Mendoza, Iván Roulet, Ignacio Lassaga y Daniel Jerez invita a usted a participar en una investigación titulada -Desempeño funcional e índice de calidad muscular (ICM) en individuos jóvenes y adultos mayores. Usted ha sido elegido/a para participar en esta investigación, cuyo objetivo es determinar la arquitectura muscular, la masa de tejido magro, la fuerza y la potencia muscular, el desempeño funcional y el rendimiento físico. Todas las evaluaciones serán realizadas en una única sesión que tendrá una duración máxima de 30 minutos. Para evaluar la arquitectura muscular se utilizará un equipo de ultrasonido musculo esquelético. Para evaluar la masa magra se utilizará una balanza de bioimpedancia, en la que solo deberá pararse unos segundos. La fuerza muscular de prensión de la mano y de los miembros inferiores se medirá mediante una plataforma de fuerza. Las demás pruebas consisten en cuestionarios de fácil comprensión. Las evaluaciones serán realizadas en las sedes del UGR de las ciudades de Rosario, Santa Fe y Venado Tuerto.

Todas las consignas son seguras, y Ud. será acompañado/a de cerca para su mayor tranquilidad. La persona a cargo de su participación es un profesional Kinesiólogo y Docente de la Universidad del Gran Rosario (UGR).

Los posibles beneficios de este estudio consistirán en la adquisición de nuevos conocimientos sobre la problemática del desacondicionamiento físico, hecho que tiene impacto muy grande en las comorbilidades de las poblaciones:

1. Todos sus datos y su historia clínica serán almacenados confidencialmente, y su nombre no será revelado en ningún caso.
2. Los resultados obtenidos podrán ser utilizados para posibles publicaciones.
3. Usted no está obligado a participar en este estudio si no lo desea.
4. Usted podrá retirarse cuando lo desee.
5. Usted podrá solicitar una copia de los resultados y de la interpretación de su estudio.

Firma del investigador a cargo del estudio.....

Aclaración .....

Tel: 0341-156758135

E-mail: [lintelangelo@ugr.edu.ar](mailto:lintelangelo@ugr.edu.ar)

Yo, ....., expreso mi conformidad de acuerdo con los términos previamente indicados, y doy mi consentimiento para participar en la investigación titulada -Desempeño funcional e índice de calidad muscular (ICM) en individuos jóvenes y adultos mayores. II.

Firma del participante voluntario.....

Rosario,.....de .....de.....

Anexo 2.

**Datos personales**

Nombre y apellido				Fecha
Edad	Altura	Peso	Long MI	Tel

**Antecedentes**

Caídas en el último año Sí/No Nro:	Medicación actual Psicotrópica (antidepresivos, sedantes e hipnóticos, neurolépticos y antipsicóticos, antihipertensivos y anticonvulsivantes) Sí/No
Ayuda Marcha Sí/No	
HTA Sí/No	
Cardiacos Sí/No	
Vestibulares Sí/No	Visuales-auditivos Si/No
Diabetes Sí/No Tipo:	Neurológicos Si/No
Respiratorios Sí/No	Hipo/Hipertiroidismo Si/No
Traumatológicos Sí/No	Otros: tabaquismo, alcohol
Dolor (VAS)	MMSA

**Barreras arquitectónicas**

Vía Pública Sí/No	Hogar Sí/No
-------------------	-------------

**GPAQ**

**IPAQ SF**

--	--

**Backe Modificado**

**Frailty**

--	--

**U.S. Department of Health & Human Services**

--

**Test Funcionales**

STS test

**Calidad Muscular****Ángulo de penación****Grosor muscular****Ecogenicidad****Hand Grip**

Dominante

No dominante

**Fuerza de presión****Velocidad de desplazamiento****Bioimpedancia**

%grasa	Masa M	Masa O	BMI	DCI	Edad M	% Agua	Grasa V

Variables	MSD	MSI	MII	MID	TRONCO
% GRASA C					
MASA M					



Anexo 3:

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA - IPAQ E<sup>(17)</sup>

Nombre..... Sexo (F / M) Edad .....

Las preguntas se basan sobre el tiempo que pasó siendo físicamente activo en la última

7 días.

Responda cada pregunta incluso si no se considera un activo persona.

Para describir la intensidad de la actividad física, se usan dos términos (Moderado y Vigoroso). Las actividades moderadas se refieren a actividades que requieren un esfuerzo físico moderado y respirar un poco más fuerte de lo normal. Las actividades físicas vigorosas se refieren a actividades que requieren un gran esfuerzo físico y respira mucho más fuerte de lo normal.

1. La primera pregunta es sobre el tiempo que pasó sentado durante los últimos 7 días. Incluir el tiempo que pasa en el trabajo, en casa, mientras realiza el trabajo del curso y durante el tiempo libre.

Esto puede incluir el tiempo que pasa sentado en un escritorio, visitando amigos, leyendo o sentado o acostado a ver la televisión.

Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día?

\_\_\_\_horas \_\_\_\_minutos

2. Piense en el tiempo que pasó caminando en los últimos 7 días. Esto incluye en el trabajo y en casa, caminar para viajar de un lugar a otro, y cualquier otra caminata que podría hacer únicamente por recreación, deporte, ejercicio o esparcimiento.

Durante los últimos 7 días, ¿cuántos días caminó durante al menos 10 minutos ¿tiempo?

\_\_\_\_\_Días o Ningún día

¿Cuánto tiempo solía dedicar a caminar en esos días?

\_\_\_\_horas \_\_\_\_minutos

3. Durante los últimos 7 días, ¿cuántos días realizó actividades físicas moderadas? Como jardinería, limpiar, andar en bicicleta a un ritmo regular, nadar u otro ejercicio ocupaciones.

Piense solo en aquellas actividades físicas que hizo durante al menos 10 minutos. No incluya caminar.

\_\_\_\_\_Días o Ningún día

¿Cuánto tiempo solía pasar haciendo actividades físicas moderadas en uno de esos días?

\_\_\_\_horas \_\_\_\_minutos

4. Durante los últimos 7 días, ¿cuántos días realizó actividades físicas intensas? como levantar objetos pesados, trabajos de jardinería o de construcción más pesados, cortar leña, ejercicios aeróbicos, trotar / correr o andar en bicicleta rápido?

Piense solo en aquellas actividades físicas que hizo durante al menos 10 minutos.

\_\_\_\_\_Días o Ningún día

¿Cuánto tiempo solía pasar haciendo actividades físicas vigorosas en uno de esos días?

\_\_\_\_horas \_\_\_\_minutos