



UGR Universidad
del Gran Rosario

TESINA

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

Título:

**“PowerFrail: Uso clínico para evaluar índice de fragilidad y potencia muscular en
población general en la ciudad de Rosario, Santa Fe”.**

Autor:

Arcuri, Gonzalo

Director:

Lic. Intelangelo, Leonardo.

Lugar:

Rosario

Fecha de Entrega:

11/12/2023

Firma de Autor

RESUMEN

Con el pasar de los años y los nuevos conocimientos sobre el envejecimiento, las posibilidades para combatirla son cada vez más prometedoras. La actividad física es un factor fundamental para contrarrestar los cambios musculares que aparecen con el envejecimiento. En los últimos años comenzó a hablarse en términos de potencia muscular brindando una nueva forma de cuantificar la capacidad funcional del músculo, abriendo un nuevo abanico de opciones para utilizar este nuevo concepto. En este contexto se creó una aplicación de celular llamada "Powerfrail". Permitiendo evaluar la potencia muscular e índice de fragilidad de la población general y así poder prevenir y trabajar con las posibles alteraciones musculares producto del envejecimiento y sedentarismo. Se incluyeron a 168 personas mayores de 18 años, de género masculino y femenino, residentes en la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. Ambas variables fueron medidas por la aplicación de celular "PowerFrail". El nivel de actividad física se midió a través del cuestionario autoadministrado IPAQ e 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. Los principales resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los rangos etarios, el género y el nivel de actividad física con respecto al índice de calidad muscular y las potencias musculares relativa, específica y alométrica.

Palabras claves.

Anciano frágil [MeSH Terms], Calidad muscular [término libre], Función física [MeSH Terms], Sarcopenia [MeSH Terms], Prueba Sit-to-Stand [MeSH Terms], Medición de potencia [MeSH Terms], Adulto mayor [DeCS] y Envejecimiento [DeCS].

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. OBJETIVOS.....	6
II.a. General	6
II.b. Específicos.....	7
III. MARCO TEÓRICO.....	7
III.a Envejecimiento y sus alteraciones en tejido muscular.....	7
III.b Actividad física y potencia muscular.....	8
III.c Fragilidad y potencia muscular.....	9
III.d PowerFrail.....	11
III.e Índice de fragilidad (IF).....	14
III.f HandGrip (HGS).....	15
III.g Velocidad de marcha habitual (3 metros) (UGS).....	16
III.h Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) y el Modificado para Ancianos (IPAQ-E).....	16
III.i Masa apendicular.....	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
IV.a. Trabajo de campo.....	19
IV.a.a. Criterios de selección de los sujetos.....	19
IV.a.a.a Criterios de inclusión.....	19
IV.a.a.b Criterios de exclusión.....	19

IV.a.b. Procedimiento de evaluación.....	19
V. ANÁLISIS DE DATOS Y ESTADÍSTICA	21
VI. RESULTADOS.....	22
VII. DISCUSIÓN.....	27
VIII. CONCLUSIÓN.....	30
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
X. ANEXOS.....	43

I. INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de envejecimiento se produce una disminución de la capacidad funcional del adulto mayor llevándolo a una vida más sedentaria, generando aumento de las comorbilidades, disminución de la fuerza y la potencia muscular y riesgo de muerte.¹ Una de las principales causas es atribuida a los cambios producidos en la arquitectura muscular; como la sarcopenia, el infiltrado graso intramuscular, y otros como la disminución del área de sección transversal y el grosor muscular.¹ En las últimas dos décadas, la sarcopenia ha adquirido una importancia central en diferentes campos de investigación. De hecho, es uno de los factores más estudiados en relación a esta problemática y es definida como la “pérdida de masa de tejido magro (LTM) relacionada con la edad, que resulta en una reducción de la fuerza, la función física y la movilidad”.² Por esto, la identificación temprana puede ser beneficiosa en el periodo de tratamiento disminuyendo a sí mismo las complicaciones.² Por lo tanto, las estrategias preventivas centradas en la detección temprana y el tratamiento de la discapacidad podrían mejorar la supervivencia en los adultos mayores.^{1, 2, 3}

Sin embargo, diversos autores proponen separar la investigación relacionada a la comprensión de los mecanismos de producción de pérdida de masa muscular (sarcopenia) y fuerza muscular (dinapenia).^{8, 9} La fuerza muscular disminuye a una tasa mayor que la masa muscular, pero a una tasa menor que la potencia muscular, y este desbalance progresivo entre la masa muscular, la fuerza y la potencia sugiere un deterioro progresivo de la "Calidad" muscular.^{8, 9}

La calidad muscular describe la capacidad funcional fisiológica del tejido muscular, como también la capacidad del músculo para generar fuerza medida como potencia o función. Además, los índices de calidad muscular incluyen medidas de fuerza relativa y el índice de calidad muscular (ICM). Los ICM dependen en última instancia de las características cualitativas del tejido muscular, incluida la composición, la arquitectura / morfología y la ultraestructura del aparato contráctil. Barbat-Artigas y col., definieron a la calidad muscular (CM) como “fuerza muscular o potencia por unidad de masa muscular”.⁸ “Por lo cual, la potencia muscular es un factor importante en el rendimiento físico que parece estar fuertemente asociada con la velocidad de la marcha, el equilibrio y el estado funcional y puede ser calculada a partir de la prueba de Sit To Stand (STS) implementando la masa corporal y la altura del sujeto y de la silla en una ecuación.”^{8, 10, 11, 12, 13}

En el estudio de Fragala y cols (2014) describieron a la sarcopenia como *“una disminución en la masa y función del músculo esquelético viéndose relacionado con el aumento de la edad”*.⁶ Sin embargo, no existe consenso sobre cómo cuantificar mejor la función muscular en los adultos mayores.⁶ El ICM se recomendó recientemente como una evaluación ideal basada en la evidencia del estado funcional en adultos mayores.⁶ Sin embargo, la utilidad de ICM para evaluar la función física está limitada por si refleja o no los cambios cualitativos musculares a una intervención.⁶

La potencia muscular demostró ser un gran predictor de la limitación funcional y se demostró que cada año, los adultos mayores disminuyen sus valores dando como consecuencia un mayor riesgo de caídas, hospitalización y muerte⁷. Una forma de hacer una evaluación funcional de potencia muscular es con el STS Test, definido como *“la elevación del peso corporal desde una posición sentada a una posición erguida lo más rápido posible”*⁴. Este test podría detectar la disminución de la función muscular antes de medir el estado funcional de una forma accesible para su uso en la práctica clínica⁴.

En esa misma línea, PowerFrail es una aplicación que se utiliza en celulares con sistema operativo Android e iOS, es gratuita y de gran accesibilidad clínica. Permite de forma muy fácil evaluar el índice de fragilidad (IF) y las potencias musculares relativa, alométrica y específica. Saber los niveles de potencia es muy importante ya que, es un marcador potente y de aparición temprana de fragilidad. Según los resultados obtenidos, la aplicación proporciona recomendaciones de actividad física individualizada que debería realizar “el sujeto” en función de su estado físico y el nivel de fragilidad.^{7,4}

Una vez planteado esto, surge la siguiente pregunta de investigación. ¿Cuáles son los resultados obtenidos del índice de fragilidad y potencia muscular con la aplicación PowerFrail en población general con riesgo de caída en la ciudad de Rosario, Santa Fe?

II. OBJETIVO

II.a General:

El objetivo general es describir los valores de potencia muscular e índice de fragilidad con la aplicación PowerFrail en la población general de la ciudad de Rosario, Santa Fe.

II.b Específicos:

- Comparar el índice de fragilidad entre los diferentes rangos etarios y géneros de la población a evaluar.
- Detectar de forma precoz alguna alteración en el índice de fragilidad y calidad muscular en las personas a evaluar.
- Cuantificar el índice de masa corporal (IMC) y el índice de masa de los miembros inferiores en los diferentes rangos etarios y géneros de la población a evaluar.
- Calcular las potencias alométrica, relativa y específica y determinarlas entre los diferentes rangos etarios y géneros de la población a evaluar.

III. MARCO TEÓRICO.

III.a Envejecimiento y sus alteraciones en tejido muscular.

El envejecimiento es un proceso inherente en la vida humana. Se lo puede definir como “aquel proceso en el cual se generan cambios a nivel biológico, psicológico y social; generados debido al paso del tiempo y a su vez, delimitado por este”.¹⁴ Dicho proceso está asociado con cambios progresivos en el músculo y disminución de la capacidad funcional, lo que lleva a una pérdida de independencia y mayor probabilidad de muerte.^{1, 3} Aspectos como la independencia funcional y la autonomía junto con el aumento de la esperanza de vida tomaron gran importancia, mayormente por su relación con el nivel de actividad física y la identificación temprana de factores de riesgo como el riesgo de caída y sufrir una fractura, que están fuertemente asociados con el deterioro físico en los adultos mayores.^{3, 14}

Los cambios metabólicos musculares asociados con el envejecimiento se han relacionado en la composición muscular como alteraciones en la arquitectura muscular y disminuciones en la masa muscular.¹ Sin embargo, las características biológicas a menudo atribuidas a dicho proceso muscular, también se observan en estudios controlados sobre inactividad física, y actualmente no está claro cuántas de estas características se deben al envejecimiento por sí misma o debido al sedentarismo.¹

Uno de los cambios que se asocia al envejecimiento es la sarcopenia y su aumento tiene una fuerte asociación con la mortalidad entre los adultos mayores.¹⁵ Su identificación es difícil en la clínica porque los métodos válidos y confiables son costosos y no están disponibles.² Por esto, podría ser útil encontrar alternativas más accesibles para diagnosticar, evitando potenciales complicaciones de dicho síndrome.²

III.b Actividad física y potencia muscular.

Para contrarrestar dicha alteración, la intervención precoz de la actividad física, es un método para prevenir y reducir los cambios antes descritos.¹⁶ La masa muscular está regulada por el equilibrio entre la síntesis de proteínas musculares (MPS) y la descomposición de proteínas musculares (MPB).¹ Este equilibrio de síntesis de proteínas puede ser estimulado positivamente por la actividad física.¹⁷ Un gran estudio transversal ha puntualizado una pérdida lineal de masa muscular en la vejez, acelerada después de los 60 años marcando el predominio de la MPB previamente descrita, adhiriendo que, a medida que las personas envejecen, los niveles de actividad física tienden a disminuir lentamente.¹⁸ ¹⁹ Una de las principales estrategias basadas en la evidencia para contrarrestar el efecto nocivo del envejecimiento sobre la capacidad funcional es el ejercicio.^{31, 21} Específicamente, la capacidad de potencia muscular es un fuerte predictor de limitaciones funcionales.^{22, 23} Por lo tanto, la evaluación de la potencia muscular es una herramienta crítica para ser usada en personas mayores.⁷

Una forma para calcular la potencia muscular es con el test STS, que consiste en elevar el peso corporal desde una posición sentada a una posición erguida lo más rápido posible.⁴ Así, la potencia media se calcula a partir de la fuerza vertical del peso corporal, la diferencia entre la altura en posición sentada y erguida y el tiempo necesario para levantarse (T2-T3).⁴ Se calculó a partir de la siguiente ecuación: $p = f \times s \times t^{-1}$

Donde los factores constantes son peso corporal (f) y distancia (s) representan la fuerza de reacción del peso corporal en el suelo y la diferencia entre la altura del cuerpo en posición sentada y erguida, respectivamente.⁴ El intervalo de tiempo se expresó como tiempo (t).⁴ El peso corporal y la fuerza máxima se midieron como la suma de las fuerzas de reacción del suelo de ambos pies.⁴ Por ende, el estudio muestra que el método presentado es capaz de medir la potencia durante la realización de una tarea funcional.⁴

III.c Fragilidad y potencia muscular.

La fragilidad es un estado biológico que alcanza un individuo como resultado del deterioro de múltiples sistemas y de la interacción entre el envejecimiento fisiológico, las enfermedades y ciertos estilos de vida.²⁴ Y se lo puede entender como “un proceso continuo, inestable, proceso reversible y similar a un rasgo biológico que se alcanza con el tiempo”.

La fragilidad se considera una prioridad de salud pública emergente que se asocia con discapacidad, mala calidad de vida y mortalidad elevada en las personas mayores, y está sustancialmente influida por deficiencias en la función muscular.²⁸ En consecuencia, la inclusión de la prueba de potencia muscular STS dentro de las escalas de fragilidad disponibles actualmente podría proporcionar una herramienta útil para identificar las primeras etapas de fragilidad.^{29, 30}

En la literatura, se describen 3 tipos de potencias musculares, la alométrica, la específica y la relativa. Rosa-Reyna y cols estimaron el cálculo de potencia muscular absoluta como la masa corporal para calcular la potencia STS relativa ($W \cdot kg^{-1}$), que denota la capacidad de producir potencia mecánica por unidad de cuerpo masa.³¹ Definieron la potencia muscular alométrica ($W \cdot m^{-2}$) como una “medida escalada de potencia mecánica normalizando la potencia STS absoluta a la altura²”.³¹ Y determinaron la potencia muscular específica ($W \cdot kg^{-1}$) obtenido de la relación entre la potencia muscular absoluta y la masa magra de las piernas, e indica la capacidad de ejercer potencia mecánica de las extremidades inferiores por unidad de masa muscular de las extremidades inferiores.³¹ La potencia muscular alométrica también se puede obtener a partir del producto de la potencia muscular relativa y el IMC, mientras que la potencia muscular específica también se puede obtener a partir de la relación entre la potencia muscular alométrica y el índice del músculo esquelético de las piernas (SMI; relación entre la masa magra de las piernas y la altura²).³¹

Recientemente se ha descubierto que cuando la potencia muscular relativa es baja tiene un mayor efecto general sobre la función física, la fragilidad, la discapacidad en las actividades de la vida diaria y la calidad de vida que la sarcopenia.³¹ Losa-Reyna y cols encontraron con la prueba de potencia muscular STS una relación entre la baja potencia muscular relativa

con la fragilidad.³¹ También pudieron relacionarla con la sarcopenia entendida como la baja fuerza de prensión manual (HGS).³¹

Se sabe que el rendimiento en la prueba STS está asociado con discapacidad, caídas, fractura de cadera y mortalidad entre los adultos mayores.^{30, 32-38} En particular, la potencia muscular mostró una mayor asociación con la función física y cognitiva que el rendimiento en la prueba STS y la HGS entre personas mayores.^{40, 31} La potencia muscular relativa baja mostró una relevancia clínica mayor de lo probable (baja HGS) y sarcopenia confirmada (HGS baja junto con una ASMI bajo) entre hombres y mujeres mayores.³¹ La potencia muscular relativa baja fue significativamente asociado con velocidad de marcha habitual (UGS) baja, fragilidad y mala calidad de vida tanto en hombres como en mujeres mayores, y mientras que la sarcopenia confirmada fue sólo asociado con UGS baja y fragilidad entre los hombres mayores.³¹

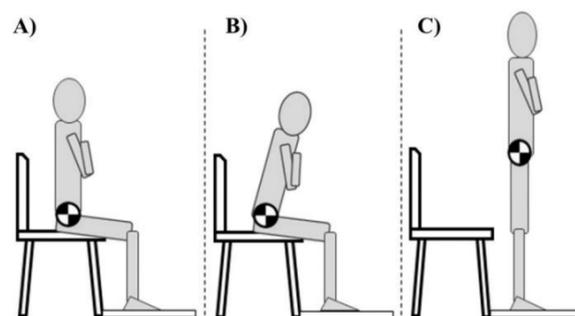


Figura 1: Imagen extraída del estudio de Baltasar-Fernandez y cols (2020). Análisis completo del ejercicio sentado a bipedestación (sit-to-stand) en una repetición. En la posición inicial el participante está en posición sentada con la columna neutra y los brazos cruzados sobre el pecho en A. Entre A a B se denomina inicio de la fase concéntrica hay una inclinación del tronco hacia adelante. Entre B a C se denomina final de la fase concéntrica, el participante transfiere el peso del cuerpo a las piernas (evento de transferencia de impulso) y ejerce fuerza con el objetivo de extender las articulaciones del tobillo, la rodilla y la cadera (evento de extensión).³⁰

En conclusión, debemos destacar que la estimación de la potencia muscular en la prueba STS como herramienta clínica para utilizarla en personas mayores, superando las limitaciones de tiempo y recursos que imponen otros procedimientos e instrumentos.^{30, 31, 40} Puede brindar una oportunidad para evaluar la potencia muscular en personas mayores de forma factible, válida y económica, dado que sólo es necesario una silla y un cronómetro.^{30, 31, 40} El test de potencia muscular STS y el algoritmo propuesto aportan a los profesionales

de la salud la oportunidad de evaluar y diagnosticar la baja potencia muscular relativa en la práctica diaria. Además, permite identificar sus principales determinantes pudiendo prescribir intervenciones específicas para revertir esta condición negativa.³¹ Para poder evaluarla se puede utilizar la aplicación de celular llamada “PowerFrail”.

III.d PowerFrail.

Creada en el año 2021, basada en estudios científicos la aplicación PowerFrail fue diseñada para evaluar la fragilidad y la potencia muscular relativa en personas mayores, y para proporcionar objetivos individualizados de entrenamiento y actividad física basados en los datos obtenidos.⁴³

Esta aplicación para celular evalúa la potencia muscular relativa mediante la prueba de potencia muscular validada de sentarse y levantarse (STS).^{30, 7} Brevemente, PowerFrail registra la información antropométrica de los individuos y el desempeño STS, que puede ser grabado en video (Figura 2) o ingresado directamente por el usuario.⁴³

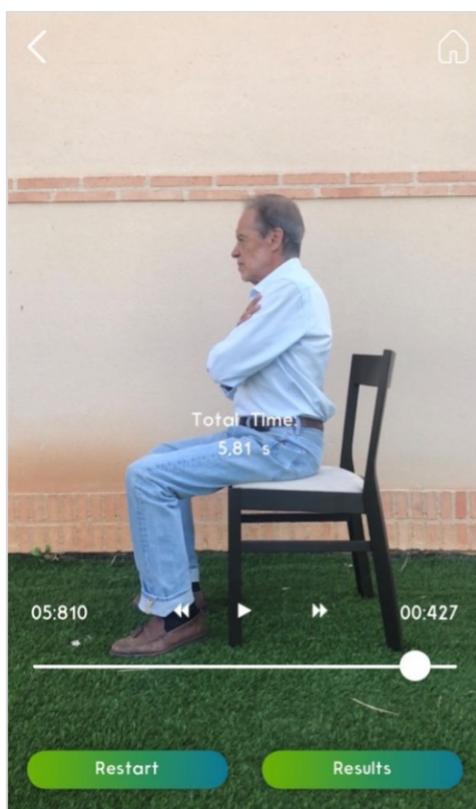


Figura 2. Grabación de vídeo del rendimiento de bipedestación para la evaluación de la potencia muscular de las extremidades inferiores.⁴³

Luego, utiliza una ecuación validada que transforma el rendimiento STS en potencia muscular relativa.⁴³ Finalmente, basándose en datos normativos y puntos de corte obtenidos de cuatro cohortes europeas de personas mayores, determina si la potencia muscular relativa es baja y qué características individuales deberían mejorarse en ese caso (por ejemplo, potencia alométrica, índice de masa corporal, potencia específica o masa muscular de las piernas), ya que “PowerFrail” incorpora una definición operativa y un algoritmo de potencia muscular relativa baja.³¹

Además, esta aplicación evalúa la fragilidad utilizando la escala abreviada de índice de Fragilidad validada (FTS-5).²⁴ Este instrumento de fragilidad creado recientemente para la práctica clínica evalúa el grado de fragilidad (de 0 [sin fragilidad] a 50 [fragilidad máxima]) a través de cinco ítems: índice de masa corporal, equilibrio, fuerza de prensión manual, velocidad de la marcha y actividad física. “PowerFrail” integra un proceso paso a paso mediante el cual se registra cada uno de estos dominios.⁴³ Finalmente, proporciona una puntuación del resultado de la FTS-5 y brinda recomendaciones de actividad física según el grado de fragilidad.⁴³

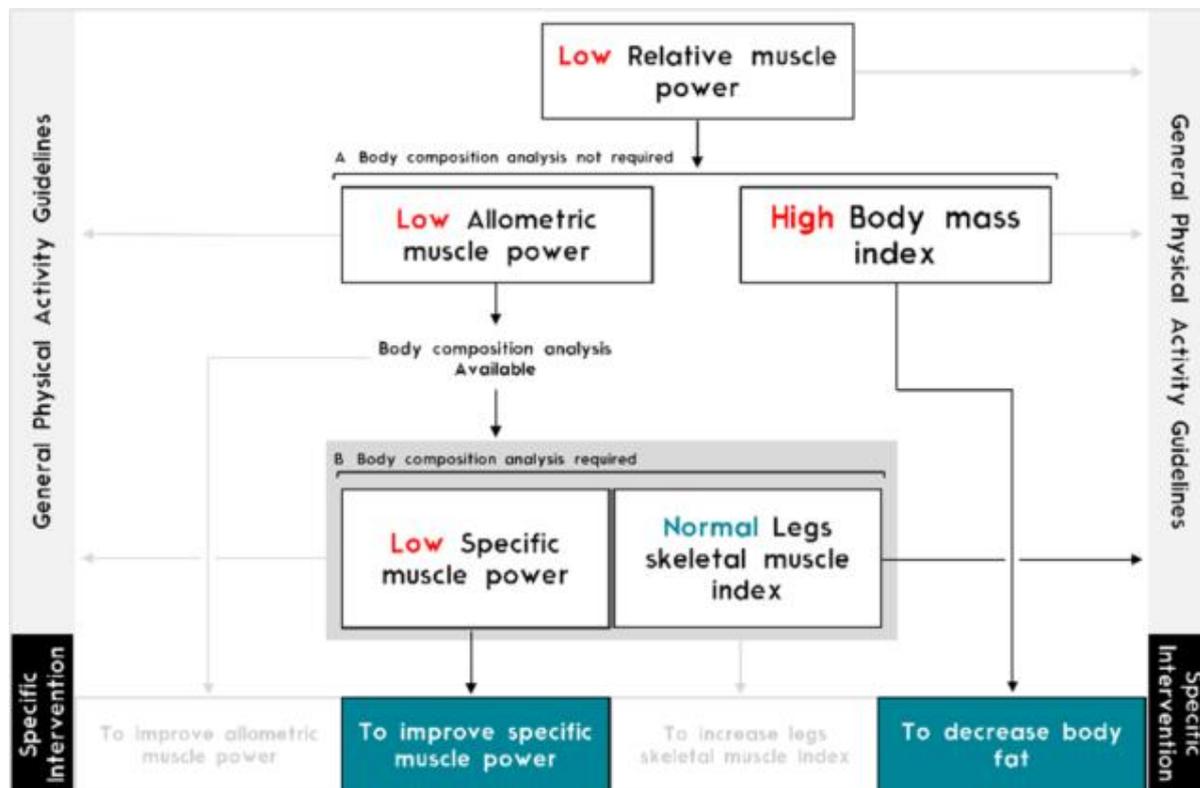


Figura 3. Ejemplo de algoritmo operativo para la detección de baja potencia muscular relativa y las características individuales que deben mejorarse.⁴³

Esta herramienta facilita la evaluación de la fragilidad mediante un procedimiento de cinco pasos, que genera una puntuación en lugar de clasificar a los pacientes en categorías (Figura 4).⁴³



Figura 4. Puntuación de fragilidad (de 0 [sin fragilidad] a 50 [fragilidad máxima]) derivada de la evaluación de cinco dominios (índice de masa corporal, equilibrio, fuerza de prensión manual, velocidad de la marcha y actividad física).⁴³

Este último permite hacer un seguimiento de la evolución de la fragilidad entre los adultos mayores con mayor sensibilidad.⁴³ Finalmente, las recomendaciones proporcionadas por PowerFrail pueden ayudar a los profesionales a tomar mejores decisiones con sus pacientes.⁴³

La determinación de la potencia específica y el índice de músculo esquelético de la pierna requiere la evaluación externa de la masa muscular de la pierna, que se puede ingresar en PowerFrail.⁴³ La evaluación de la fuerza de prensión manual requiere un equipo especializado (un dinamómetro de mano).⁴³ Los parámetros de los programas de ejercicio deben ser prescritos por un especialista en ejercicio.⁴³

III.e Índice de fragilidad (IF)

La fragilidad es un estado biológico que alcanza un individuo como resultado del deterioro de múltiples sistemas y de la interacción entre el envejecimiento fisiológico, las enfermedades y ciertos estilos de vida.²⁴ En el cual no existen biomarcadores específicos, por lo que los individuos se clasifican como frágiles cuando cruzan un umbral determinado y arbitrario, a partir del cual el riesgo de sufrir eventos adversos para la salud es mayor.²⁴

Este estado ha ganado importancia en estos últimos años como una prioridad en la práctica clínica diaria en el cuidado del adulto mayor, influyendo en el manejo del paciente y en el proceso de toma de decisiones y continuar con el seguimiento de la evolución clínica.^{24, 42, 43} Sin embargo, su implementación en el uso clínico en los últimos años se vió retrasado debido a la dificultad en el diagnóstico por la necesidad de un instrumento considerado estándar de oro que permita definir alguna alteración en la salud como muerte, discapacidad, hospitalización o caída.^{24, 44}

La Escala del índice de Fragilidad (FTS), validada recientemente, intenta solucionar este problema de implementación de una herramienta de diagnóstico indicada.²⁵ Dicha escala se basa en la premisa de que el camino hacia la fragilidad es un proceso continuo, inestable y reversible similar a un rasgo biológico que se alcanza con el tiempo y eso podría definirse como el “índice de fragilidad” (IF).²⁴

Luego, surgió una versión más corta llamada Escala de índice de Fragilidad-Versión corta (FTS-SF).²⁴ Debido a que no existe un estándar de oro para medir la fragilidad, utiliza los criterios de Fried (debilidad, poca energía, lentitud, baja actividad física y pérdida de peso) como referencia.^{24, 45} El Índice de Fragilidad también se utilizó como resultado de fragilidad, porque es un fenotipo con un enfoque sustancialmente diferente para la medición de la fragilidad en comparación con los criterios de Fried y la FTS.^{24, 46} La forma corta de la FTS-5 formado por 5 ítems con 10 puntos en cada uno y con un rango de 0 a 25 que evalúa el camino de fuerte a frágil y de 26 a 50 que son extremadamente frágiles.²⁴ Gracias a esta versión, se puede observar mayor comorbilidad, peor rendimiento físico y mayores tasas de eventos adversos en los participantes frágiles según las escalas utilizadas para la evaluación.²⁴

FTS-5 proporciona una medición de la fragilidad que es válida, breve y ayuda a identificar a las personas que tienen un alto riesgo de fragilidad y es potencialmente útil en múltiples entornos (clínico, investigación y salud pública).²⁴ Sus principales ventajas en comparación con las herramientas utilizadas actualmente dentro del marco conceptual del fenotipo de fragilidad se pueden resumir en su mejor clasificación de los riesgos de eventos adversos y la posibilidad de monitorear las trayectorias de fragilidad.²⁴ El principal desempeño del FTS-5 se encontró con participantes prefrágiles.²⁴

Desde su publicación, la escala ha demostrado una buena capacidad para estratificar el riesgo de eventos adversos en la población general de personas de 65 años, así como una buena sensibilidad para estratificar el sedentarismo.^{24-26, 47}

III.f HandGrip (HGS).

En la última década, el uso del HGS ha logrado adquirir una aceptación creciente como un marcador clínico simple y económico de bienestar entre las poblaciones mayores, sanas y enfermas.^{48, 49} Su medición es una herramienta válida y confiable para la investigación de la sarcopenia.⁵⁰ Fried y cols. definió a la baja HGS como uno de los 5 criterios para diagnosticar la fragilidad.⁴⁵ Apoyando esto, un estudio reciente ha demostrado que la HGS es una medida válida y confiable dentro del diagnóstico de sarcopenia.⁵¹ En un estudio, Bohannon describió la relación entre la HGS con la fuerza general, la función de las extremidades superiores, las fracturas, las caídas, la multimorbilidad, mortalidad, hospitalización y calidad de vida.⁵²

Para realizar la medición de la HGS, puede utilizarse la Nintendo Wii Balance Board (WBB), es un instrumento económico, portátil y parece ser un instrumento válido y confiable para evaluar la HGS en adultos mayores y puede ser una herramienta útil en entornos clínicos.⁵³ Los puntos de corte para bajo HGS fueron menores de 27 kg para los hombres y menores de 16 kg para mujeres.⁵⁴ En un estudio transversal demostró que en adultos mayores sanos presentaron una pérdida de prensión manual de 1,5% por año.¹³ Y en otro estudio, las personas sarcopénicas con un 10% de masa muscular en promedio tienen un 40% menos de HGS en comparación con personas no sarcopénicas.²

III.g Velocidad de marcha habitual (3 metros) (UGS).

La velocidad de marcha habitual (UGS) se definió como la velocidad de marcha cómoda (p. ej., velocidad autoseleccionada, velocidad preferida, ritmo normal).⁵⁵ Es una evaluación rápida, económica y confiable de la capacidad funcional que se puede medir fácilmente en el entorno clínico.⁵⁶ Además, su valor predictivo para los principales resultados relacionados con la salud lo convierte en una herramienta de detección útil para identificar a las personas mayores con riesgo de sufrir eventos.^{57, 58}

La disminución de la velocidad de la marcha en la población de adultos mayores se ha relacionado con riesgo de caídas, deterioro de la funcionalidad, morbilidad, pérdida de la independencia, institucionalización y mortalidad.^{56, 59-63} Y por el contrario, la mejora de la velocidad habitual de la marcha podría ser un indicador clínico útil de bienestar y supervivencia en los adultos mayores y es un objetivo potencial para las intervenciones.⁶⁴ Las personas mayores que caminan más rápido que 1,0 m/s generalmente tienen un buen estado funcional, un menor riesgo de problemas de salud y una mejor supervivencia.^{61, 58} Se ha identificado 1 m/s como un punto de corte clínicamente significativo.⁵⁸ Losa-Reyna y cols definieron a la UGS baja como el tercil más bajo específico de sexo en su muestra (<0,68 m·s⁻¹ para hombres y <0,55 m·s⁻¹ para mujeres).³¹

Los autores Daley y Spinks, concluyeron que el ejercicio influye en la velocidad de marcha lenta en personas de edad avanzada.⁶⁵ Los adultos mayores cuya velocidad de la marcha aumentó durante un período de 1 año también experimentaron una mejora en el estado de salud y la función física, menos discapacidades y una menor utilización y costos de la atención médica.⁶⁶ El ejercicio terapéutico puede mejorar la velocidad de la marcha habitual en los adultos mayores.⁵⁵

En los casos de sarcopenia confirmada, aumentó las probabilidades de tener baja velocidad de marcha en hombres mayores.³¹ La velocidad de la marcha representó uno de los principales determinantes de la fragilidad física y la sarcopenia.⁶⁷⁻⁶⁹

III.h Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) y el Modificado para Ancianos (IPAQ-E).

La obtención de datos del nivel de actividad física se obtuvieron por medio del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) (Anexo 5) y del Cuestionario Internacional de Actividad Física Modificado para Ancianos (IPAQ-E)(Anexo 6).⁷⁰ El Cuestionario IPAQ fue desarrollado en 1998 como un instrumento para facilitar el seguimiento de la actividad física y la inactividad basada en un estándar global. La validez de su contenido es alta, porque se evalúan la frecuencia, intensidad y duración de la actividad física, así como el comportamiento sedentario, que es una preocupación emergente.⁷¹

Desde entonces, se ha convertido en el cuestionario de actividad física más utilizado, con dos versiones disponibles: la forma larga (IPAQ-LF) y la forma corta (IPAQ-SF) y los autores recomendaron utilizar el formulario breve que mide la actividad física mediante autoinforme durante los 7 días anteriores.^{71,72} En trabajo de tesis se utilizó la forma corta, que registra la actividad de cuatro niveles de intensidad: 1) actividad de intensidad vigorosa, 2) actividad de intensidad moderada, 3) tiempo dedicado a caminar y 4) tiempo sentado por semana.⁷¹

El cuestionario IPAQ tiene propiedades de medición razonables para monitorear los niveles poblacionales de actividad física entre adultos de 18 a 65 años en diversos entornos.⁷¹ Los niveles de MET se obtuvieron del compendio de actividades físicas de 2000 para incluir actividades de intensidad moderada entre 3 y 6 MET y actividades de intensidad vigorosa >6 MET.⁷⁶ Los minutos MET por semana ($\text{MET} \cdot \text{min} \cdot \text{wk}^{-1}$) se calcularon como duración \times frecuencia por semana \times intensidad MET, que se sumaron en todos los dominios de actividad para producir una estimación de la actividad física total de todas las actividades reportadas por semana ($\text{MET} \cdot \text{min} \cdot \text{semana}^{-1}$).⁷¹

IPAQ-E es una adaptación para personas mayores de la versión 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.⁷⁰ 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.⁷⁰

Una vez completado el cuestionario 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 los siguientes valores METs de referencia de intensidad:

- Caminar: 3.3 METs.
- Actividad Física Moderada: 4 METs.
- 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: Debe lograr 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.^{70, 76}

III.i Masa apendicular.

La medición de la masa muscular apendicular es fundamental para el diagnóstico de sarcopenia.⁷⁴ Los criterios sarcopenia se basaron principalmente en la masa del músculo esquelético apendicular (ASM) kg por altura al cuadrado (m²) medida mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA).⁷⁵

Otra alternativa para evaluar la masa muscular es el Análisis de Impedancia Bioeléctrica (BIA). La masa muscular total y la masa del músculo esquelético apendicular (ASM) también se pueden estimar mediante ecuaciones de predicción con el método BIA.^{76, 77}

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

IV.a Trabajo de campo.

Se realizó un estudio descriptivo 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).

IV.a.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 168 individuos jóvenes y adultos mayores, residentes en la ciudad de Rosario, Santa Fe, durante el periodo Marzo del año 2022 hasta Junio 2023.

IV.a.a.a Criterios de inclusión.

Se incluyeron personas mayores de 18 años en adelante de ambos sexos, que puedan realizar los ejercicios físicos requeridos en el estudio y hayan firmado un consentimiento informado. (Anexo 1)

IV.a.a.b Criterios de exclusión.

Se excluyeron del estudio aquellos individuos que no tengan interés en participar del estudio o en algún momento no estén de acuerdo con alguna característica del estudio en el que participan, que presenten una enfermedad desmielinizante, enfermedad neurológica, una patología articular incapacitante de las extremidades inferiores, pérdida de peso significativa reciente y/o con imposibilidad de levantarse de la silla sin ayuda.

IV.a.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.

Los procedimientos de evaluación que se realizaron son los siguientes:

- o Medición de la altura en bipedestación del paciente con un centímetro.
- o Medición del peso y la composición muscular de ambos miembros inferiores con Balanza de Bioimpedancia Tanita.
- o Medición de fuerza de prensión. El paciente en posición de bipedestación apoya la plataforma Wii sobre sus muslos. Esta prueba se realiza con el participante sentado en una silla estándar con los pies apoyados en el suelo y el codo doblado a 90°. Con una mano fija dicha plataforma y con el miembro superior a evaluar realizará durante 5 segundos la mayor fuerza de prensión posible en la placa superior de presión de dicho dispositivo, luego descansa durante 30 segundos y repite dicha prueba hasta completar 3 intentos. Los resultados son mostrados en una computadora gracias al programa Rossclark y la plataforma está conectada a la computadora mediante un cable USB. Se utiliza el promedio de los 3 resultados obtenidos.
- o Con la aplicación PowerFrail se realizan 2 test: el primero es el Test de potencia STS en el cual se anota la estatura (cm), masa corporal y la altura de la silla, se realizan 5 repeticiones de sentadilla (Anexo 4) y termina sentado mientras se toma el tiempo de la realización de dicho ejercicio y por último se anota la suma de masas muscular de ambas piernas. El segundo es el Test de fragilidad FTS, en el cual se introduce la estatura y masa corporal, luego evalúa si puede mantener el equilibrio durante 10 segundos en 3 posiciones: pies juntos, semi tándem y tándem completo. Se continua con la medición de la fuerza pico de prensión, la medición de la velocidad de marcha al caminar 3 metros a ritmo normal y la Escala de Actividad Física para Personas Mayores (PASE). Este último es una herramienta específica para evaluar la actividad física que realizan las personas mayores de 65 años. Este cuestionario recoge información a través de preguntas sobre la realización en la última semana de las tareas del hogar, tiempo libre y ocupacional de la última semana. Su resultado se obtiene calculando la cantidad de tiempo que pasa nuestro paciente realizando actividades

específicas (horas/semana), si participa en ellas (si participa/no participa) y si trabaja o no.

- o Para realizar la prueba de STS los sujetos completaron cinco repeticiones STS cronometradas en una silla con una altura de 0.49 cm. Se realiza lo más rápido posible desde la posición de sedestación con los glúteos tocando la silla hasta la posición completamente de pie, con los brazos cruzados sobre el pecho. Durante la prueba se les da estímulo verbal. La prueba STS finaliza cuando el sujeto se sienta en la silla después de la quinta repetición STS, y el tiempo necesario para completar la tarea se registra con un cronómetro.
- o El tiempo de marcha de 3 metros se registra como el tiempo en segundos necesario para caminar un recorrido de 3 metros a una velocidad normal de marcha. Se utiliza la grabación proporcionada por la aplicación PowerFrail que incluye un cronómetro para medir el tiempo (s) necesario para completar la tarea y se calcula la velocidad (m·s⁻¹). Se le indica a la persona a evaluar que continúe más allá de la distancia de 3 m para evitar que todos se detuvieran o redujeran la velocidad antes de alcanzar la distancia total. El tiempo comienza cuando el voluntario atraviesa la primera línea marcada con cinta y se detiene cuando un pie cruza (completamente) la línea final (marca de 3 metros).

V. 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 la edad, como el nivel de actividad física, con el índice de calidad muscular, la potencia relativa, alométrica, y específica se evaluaron mediante la Prueba 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 los niveles de actividad física y dominancia se evaluaron mediante la Prueba de *Chi²*. Las diferencias entre géneros, y el índice de calidad muscular, la potencia relativa, alométrica, y específica se evaluaron mediante la prueba de U de Mann-Whitney. 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.¹⁵ 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>]).

VI. RESULTADOS.

Un total de 168 participantes fueron incluidos para el estudio. Las características de la población se muestran en la TABLA 1.

Tabla 1. Características de la población según rango etario.

Variable	18-40 años	40-60 años	+60 años	P
<i>n</i> (masculino/femenino)	53 (26/27)	39 (18/21)	76 (50/26)	<.001 ^a
Edad (años)	24 (22-33)	52 (45.5-55.5)	69 (63-75)	<.001 ^a
Peso (Kg)	64.3 (55.8-76.3)	68.3 (57.6-78.3)	70.9 (61.6-79.1)	.08 ^a
Altura (Cm)	167 (161-176)	166 (158-175)	164 (157-178)	.07 ^a
IMC (Kg/m ²)	22.9 (21.4-24.1)	24.4 (22.6-26.9)	26.3 (24.2-29.2)	<.001 ^a
% Masa Magra MI I	8.4 (6.4-10.3)	7.5 (6.3-8.3)	6.8 (5.9-8.3)	.010 ^a
% Masa Magra MI D	7.7 (6.6-10.4)	7.6 (6.4-9.5)	6.8 (5.9-8.5)	.008 ^a
Pierna dominante D/I	48/5	32/7	73/3	.044 ^b
Índice de Fragilidad (N)	0	0	3	<.001 ^b
	Bajo (7)	(11)	(18)	.031 ^b
	Moderado	(12)	(36)	
	(17)	(16)	(22)	
	Alto (19)			
Índice de Calidad Muscular (W)	316 (261-418)	282 (229-328)	228 (187-274)	<.001 ^a
Potencia Muscular Relativa (W kg ⁻¹)	5.30 (4.39-6.19)	4.64 (3.57-6.31)	3.35 (2.64-4.75)	<.001 ^a
Potencia Muscular Alométrica (W m ⁻²)	124 (100-147)	115 (85.9-146)	89.9 (79-119)	<.001 ^a
Potencia Muscular Específica (W kg ⁻¹)	20.9 (18.1-26.5)	19.4 (16.3-25.7)	17.3 (13.9-23.2)	.004 ^a

STS (seg)	6.45 (5.78-8.02)	7.53 (5.25-8.77)	9.91 (7.76-12)	<.001 ^a
-----------	---------------------	---------------------	----------------	-----------------------

Abreviaciones: IMC, Índice de masa corporal; MI, Mienbro inferior, D, derecha; I, izquierda.; N, número STS prueba de levantarse y sentarse; W, watts; IPAQ e IPAQ-E, Cuestionario Internacional de Actividad Física y Cuestionario Internacional de Actividad Física-Adulto Mayor = 1 nivel bajo, 2 nivel moderado, 3 nivel alto. Los valores son la mediana (rangos intercuartiles – percentiles 25-75) a menos que se indique lo contrario; *Los valores de $P < 0.05$ son estadísticamente significativos; ^a Prueba de Kruskal-Wallis, ^b Prueba de χ^2

Se encontraron diferencias significativas entre los diferentes rangos etarios y el índice de calidad muscular ($p < .001$, $\varepsilon^2 = 0.17$), la potencia muscular relativa ($p < .001$, $\varepsilon^2 = 0.20$), potencia muscular alométrica ($p < .001$, $\varepsilon^2 = 0.12$), y la potencia muscular específica ($p = .004$, $\varepsilon^2 = 0.06$). El análisis Post-Hoc DSCF mostró diferencia entre el rango etario bajo y alto para el índice de calidad muscular, la potencia muscular relativa, y la potencia alométrica ($p < .001$). Con respecto al rango etario medio en comparación con el alto, todas las variables mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p = .003$, $p = .001$, $p = .013$), excepto para la potencia muscular específica ($p = .13$). En las figuras 5-8 quedan representados estos resultados.

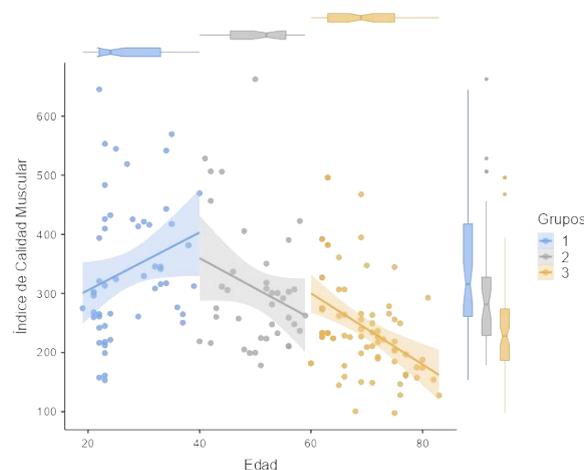


Figura 5: Relación entre el índice de calidad muscular y la edad.

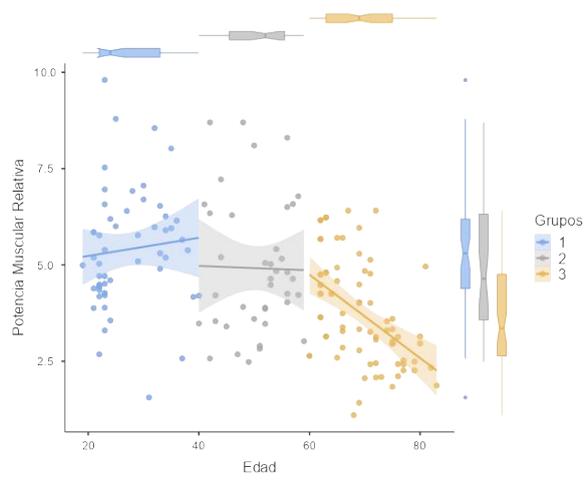


Figura 6: Relación entre la potencia muscular relativa y la edad.

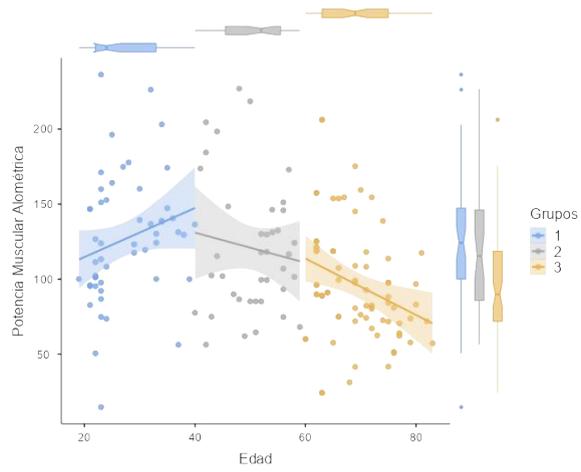


Figura 7: Relación entre la potencia muscular alométrica y la edad.

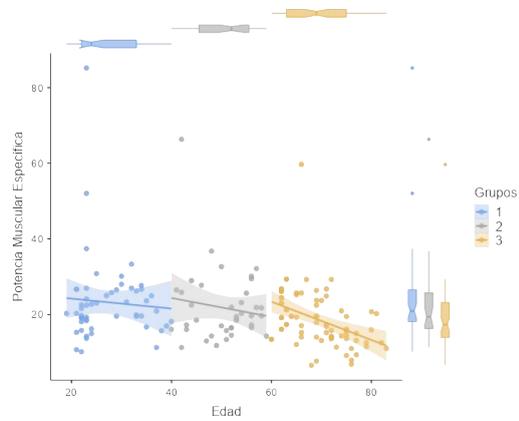


Figura 8: Relación entre la potencia muscular específica y la edad.

En relación, al nivel de actividad física se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el índice de calidad muscular ($p < .001$, $\varepsilon^2 = 0.09$), la potencia muscular relativa ($p < .001$, $\varepsilon^2 = 0.10$), potencia muscular alométrica ($p < .001$, $\varepsilon^2 = 0.12$), y la potencia muscular específica ($p < .001$, $\varepsilon^2 = 0.09$). El análisis Post-Hoc DSCF mostró diferencia entre el nivel de actividad bajo y alto para todas las variables ($p < .001$). Con respecto al rango etario medio en comparación con el alto, todas las variables mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p = .003$, $p = .005$, $p = .037$), excepto para el índice de calidad muscular ($p = .10$).

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el género y el índice de calidad muscular ($p < .001$, $r = 0.58$), la potencia relativa ($p < .001$, $r = 0.48$), alométrica, ($p < .001$, $r = 0.49$) y específica ($p = .008$, $r = 0.24$). En la figura 9-12 queda representada la influencia del género sobre las variables mencionadas.

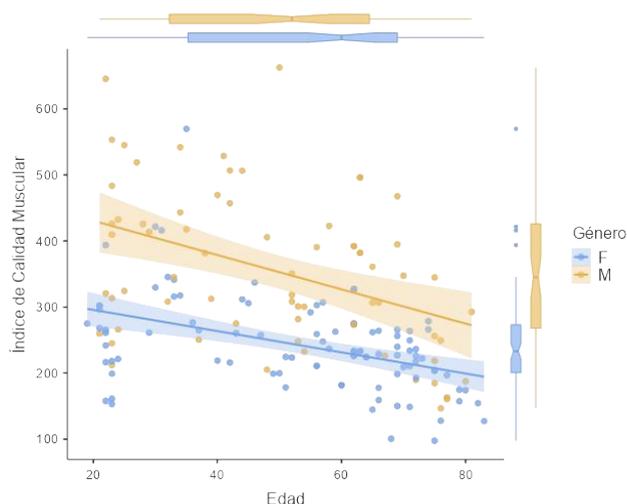


Figura 9: Relación entre el índice de calidad muscular y el género.

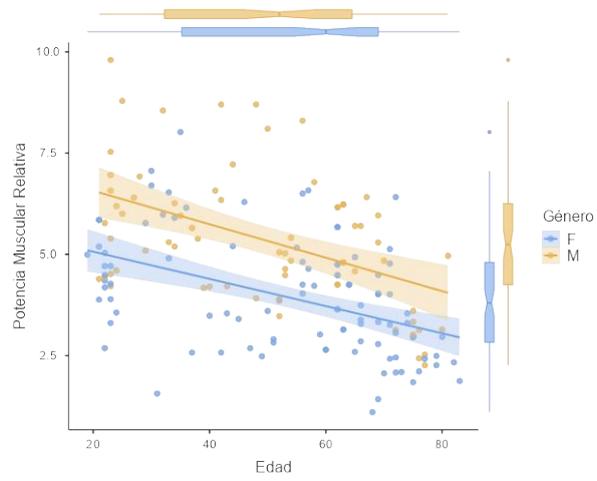


Figura 10: Relación entre la potencia muscular relativa y el género.

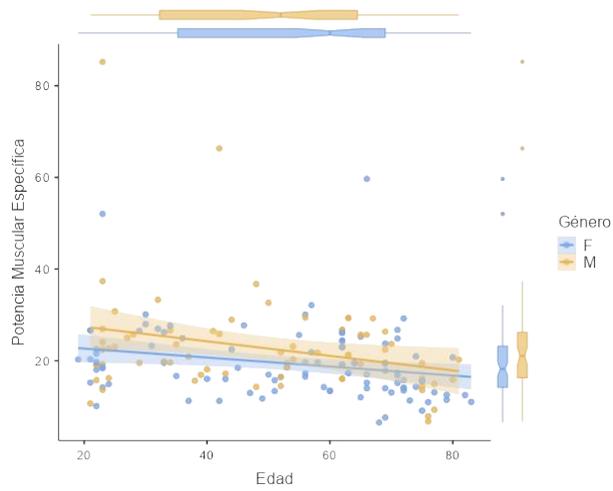


Figura 11: Relación entre la potencia muscular específica y el género.

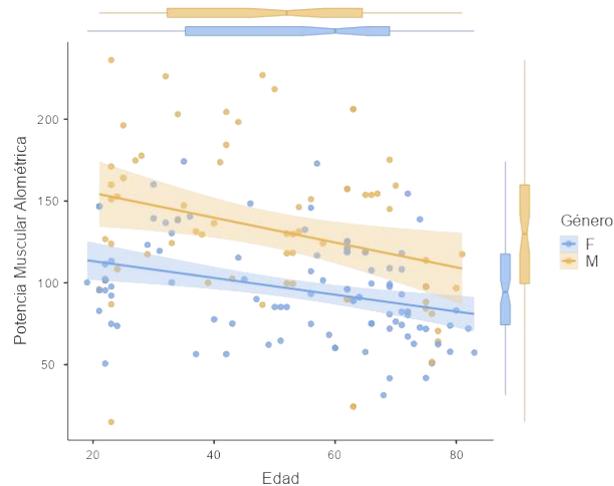


Figura 12: Relación entre la potencia muscular alométrica y el género.

VII. DISCUSIÓN.

El objetivo fundamental del trabajo fue describir los valores de potencia muscular e índice de fragilidad con la aplicación “PowerFrail” en la población general de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. Los resultados obtenidos muestran que en los rangos etario inicial los valores de potencia muscular aumentan llegando a su pico a los 40 años, en los rangos medio se visualiza un inicio en la pérdida de potencia, y que luego continúa decreciendo con los adultos mayores. La edad parece ser un factor intrínseco a la pérdida de potencia muscular. Por otro lado, estas mismas diferencias se expresaron en el género, mostrando una diferencia significativa entre hombres y mujeres, como también con los niveles de actividad física.

Uno de los objetivos de este estudio fue determinar la relación entre la potencia muscular, el índice de calidad muscular y la edad. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los diferentes rangos etarios y el índice de calidad muscular, la potencia muscular relativa, la potencia muscular alométrica y la potencia muscular específica. En relación a la diferencia entre ambos géneros con respecto al ICM, Brown y cols sobre una cohorte de 4510 adultos con un seguimiento de 14,6 años, estudiaron la influencia del ICM sobre la mortalidad. Sus principales resultados mostraron una asociación significativa entre el género femenino y un ICM más bajo. Dichos valores hallados por el estudio del año 2016 están en consonancia con los resultados obtenidos en el presente trabajo.⁷⁸

Así mismo, Alcázar y cols realizaron un estudio poblacional con un total de 1305 sujetos evaluados de entre 20 a 93 años, concluyeron que la potencia muscular relativa comenzó a disminuir por encima de los 40 años en ambos sexos debido a la pérdida de la potencia específica y aumento del índice de masa corporal. Además, informaron una pérdida de la potencia específica como de la masa magra de las piernas por encima de los 70 años. Se debe destacar que estos resultados fueron cuantificados con otras formas de medición, específicamente una plataforma de fuerza para la estimación de la potencia muscular y de un DXA en el caso de la masa magra. Sin embargo, estas diferencias señaladas no muestran resultados diferentes a los expuestos.⁷⁹

En relación a los rangos etarios adultos y adultos mayores mostraron que la edad influyó en la disminución de la potencia relativa, específica y alométrica. De la misma forma se encontraron diferencias significativas entre el género masculino y femenino. Los valores de potencia muscular relativa ($W \cdot KG^{-1}$) obtenidos en la muestra variaron de 5.30, 4.64 y 3.35; para la potencia muscular alométrica ($W \cdot m^{-2}$) varió de 124, 115 y 89.9; y para la potencia muscular específica ($W \cdot kg^{-1}$) varió de 20.9, 19.4 y 17.3 respectivamente para cada grupo. A diferencia de la potencia muscular alométrica y relativa, los resultados de la potencia muscular específica mostraron una mayor estabilidad de la pendiente y su curva fue menos pronunciada (ver figuras 8 y 11). Esto puede ser explicado debido a la mayor especificidad de normalización que se utiliza para medir la potencia muscular específica, ya que es la masa muscular de miembros inferiores es uno de los parámetros a tener en cuenta para obtener el producto de dicha potencia.

Otro de los objetivos del presente estudio fue determinar la relación entre el nivel de actividad física y la potencia muscular. Los resultados obtenidos en relación al nivel de actividad física mostraron diferencias estadísticamente significativas para el índice de calidad muscular, la potencia muscular relativa, la potencia muscular alométrica, y la potencia muscular específica. En relación a estos resultados, Buckinx y cols (2021) analizaron de forma transversal a mujeres y hombres mayores de 50 años encontrando un aumento del tiempo de sentarse y levantarse en personas que realizaban actividades de resistencia en el momento de ser evaluados.⁸¹ En este sentido, Ramsey y cols (2021) realizaron una revisión sistemática donde incluyeron 7 estudios mostrando como resultado una asociación entre una mayor actividad física y un menor comportamiento sedentario (entendido como períodos de actividad de vigilia que producen poco o ningún gasto de energía) con una mayor potencia muscular del músculo esquelético de la parte inferior del

cuerpo.⁸² Estos resultados están en concordancia con los expuestos en este trabajo de grado. Los valores del nivel de actividad física en personas de 18 a 40 años obtenidos de la muestra variaron de 7 para el nivel bajo, 17 para moderado y 19 para alto; para personas entre 40 a 60 años varió de 11 para el nivel bajo, 12 para moderado y 16 para alto; y para personas mayores de 60 años varió de 18 para el nivel bajo, 36 para moderado y 22 para alto. Estos resultados muestran una disminución del nivel de actividad física ante el aumento de la edad y podría explicarse por la disminución de la actividad realizada y el aumento del sedentarismo de la población evaluada.

Finalmente, otro de los objetivos planteados fue el de comparar el índice de fragilidad entre los diferentes rangos etarios y géneros de la población a evaluar. En relación con la muestra solo se han identificado 3 casos de índice de fragilidad en la muestra recolectada. Estos casos presentaron un bajo nivel de potencia muscular asociado con baja masa muscular y nivel de actividad físico bajo. La aplicación PowerFrail utilizada en dicho trabajo de tesis crea una recomendación de ejercicios para que la persona evaluada, en caso de necesitarla, los realice para mejorar sus niveles de actividad física, de fragilidad, de potencia muscular y de masa muscular. En relación a esto, un ensayo controlado paralelo aleatorizado realizado en Brasil por Coelho-Júnior y Uchida, investigaron los efectos de un programa de entrenamiento de resistencia de baja y alta velocidad sobre la fuerza, la fragilidad y la potencia muscular entre otras variables. Intervinieron a un grupo de adultos mayores frágiles y prefrágiles asignándolos aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de resistencia a baja velocidad (LSRT), a otro de entrenamiento de resistencia a alta velocidad (HSRT) y por último a un grupo control.⁸³ Las intervenciones de ejercicio se produjeron durante 16 semanas e incluyeron cuatro ejercicios de resistencia con 4 a 8 series de 4 a 10 repeticiones a intensidad moderada. Evidenciando como resultados tanto en la LSRT como la HSRT mejoría en el estado de fragilidad y el rendimiento físico en adultos mayores prefrágiles y frágiles. También se observaron mayores mejoras en la potencia muscular después de la LSRT. Los autores de dicho estudio creen que, las mejoras en la fuerza muscular podrían haber contribuido al desarrollo de la potencia muscular en LSRT. Otra posible explicación para estos resultados se basa en el hecho de que la mayoría de los participantes frágiles tenían un ROM articular reducido. La relación de la curva longitud-tensión establece que los ejercicios realizados con una longitud muscular óptima evocan una mayor interacción de miosina y actina, y por lo tanto fuerza.⁸³ Estos argumentos podrían explicar la importancia de la recomendación de ejercicios que crea la aplicación

PowerFrail para mejorar las condiciones de personas en estado de fragilidad, baja potencia muscular y bajo nivel de actividad física.

La principal limitación radica en el número total de la muestra. Considerando la naturaleza descriptiva del mismo los resultados no pueden ser extrapolados a toda la población. Sin embargo, se constituye como un primer trabajo que pone en evidencia la importancia de esta temática sobre todo en la población adulta mayor.

adultos mayores, 32 prefrágiles y 28 frágiles, Los voluntarios Prefrail (60 a 76 años) voluntarios frágiles (66 a 99 años) usaron ipaq para medir el nivel de actividad física.

cuatro ejercicios para miembros inferiores: (1º) sentadilla en la silla, (2º) flexión unilateral de cadera sentado, (3º) extensión de rodilla unilateral sentado y (4º) elevación de pantorrilla bilateral con 12-15 repeticiones submáximas evitando la fatiga.

El número de series se incrementó linealmente durante el primer mes, de modo que se realizó una serie en la primera semana, dos series en la segunda semana, 3 series en la tercera semana y 4 series en la cuarta semana.

Las primeras 4 semanas se dedicaron a la familiarización de los participantes. El principal período de ejercicio ocurrió en las 12 semanas consecutivas.

Por lo tanto, el grupo LSRT realizó cuatro series de 8 a 10 repeticiones al 70-75% de 1 repetición máxima (1RM). Las fases concéntrica y excéntrica se llevaron a cabo durante aproximadamente 2,5 s. Para HSRT, los ejercicios se realizaron 8 veces (series) con 3 a 5 repeticiones al 70-75% de 1RM. La fase concéntrica se realizó lo más rápido posible y la fase excéntrica se llevó a cabo durante aproximadamente 2,5 s. No se realizó ninguna prueba de fuerza máxima para determinar la carga de elevación bilateral de pantorrilla, por lo que los participantes realizaron este ejercicio usando la misma carga que se utilizó para el ejercicio de extensión unilateral de rodilla sentado. Un investigador se encargó de monitorear y asegurar que la

velocidad de las contracciones musculares fuera la adecuada al protocolo. Se proporcionó estímulo verbal a HSRT.

La fuerza de los músculos de las extremidades inferiores (es decir, extensores de rodilla, flexores de cadera, extensores de tobillo) y la potencia (es decir, tiempo y potencia al sentarse y levantarse) aumentaron significativamente en personas frágiles y prefrágiles. Sin embargo, se observaron mayores mejoras en LSRT en comparación con HSRT y CG.

VIII. CONCLUSIÓN

La edad y el género son factores que influyen sobre la pérdida de potencia muscular. Basado en los resultados obtenidos, hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los rangos etarios, el género y el nivel de actividad física con respecto al índice de calidad muscular y las potencias musculares relativa, específica y alométrica. Estos hallazgos están en consonancia con los reportados en la literatura.

Creemos importante incentivar futuras investigaciones que profundicen sobre los temas expuestos en este trabajo de tesina con el fin de aumentar los conocimientos relacionados con la prevención y tratamiento de las alteraciones musculares que se producen producto del envejecimiento y del sedentarismo de la población general.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1-Shur N.F, Creedon L, Skirrow S, Atherton P.J, MacDonald I.A, Lund J, P.L. Age-related changes in muscle architecture and metabolism in humans: the likely contribution of physical inactivity to age-related functional decline. *Ageing Res Rev* [Internet]. 2021 [11 de Agosto 2021]; 68: 101344. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101344>.

2-Gray M, Glenn J. M, Binns A. Predicting sarcopenia from functional measures among community-dwelling older adults. *Age* [Internet]. 2015 [11 de Agosto 2021]; 38(1): 22. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11357-016-9887-0>.

3-Landi F, Liperotia R, Russoa A, Capoluongob E, Barillaroa C, Pahor M. Disability, more than multimorbidity, was predictive of mortality among older persons aged 80 years and older. *J Clin Epidemiol*. [Internet]. 2010 [11 de Agosto 2021]; 63(7): 752-759. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.09.007>.

4-Lindemann U, Claus H, Stuber M, Augat P, Muche R, Nikolaus T. Measuring power during the sit-to-stand transfer. *Eur J Appl Physiol*. [Internet]. 2003 [11 de Agosto 2021]; 89(5): 466–470. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0837-z>.

5-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* [Internet]. 2012 [11 de Agosto 2021]; 28(3):123-128. Disponible en: <https://doi.org/10.2114/jpa2.28.123>.

6-Fragala M. S, Fukuda D. H, Stout J. R, Townsend J. R, Emerson N. S, Boone C. H. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol* [Internet]. 2014 [11 de Agosto 2021]; 53: 1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.01.027>.

7-Alcazar J, Losa-Reyna J, Rodríguez-López C, Alfaro-Acha A, Rodríguez-Mañas L, Ara I. The sit-to-stand muscle power test: An easy, inexpensive and portable procedure to assess muscle power in older people. *Exp Gerontol* [internet]. 2018 [citado el 11 de agosto de 2021]; 112:38-43. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.08.006>.

8-Barbat-Artigas S, Rolland Y, Zamboni M. How to assess functional status: a new muscle quality index. *J Nutr Health Aging* [internet]. 2012 [citado el 15 de octubre de 2021];16(1):67–77. Disponible en: <https://doi:10.1007/s12603-012-0004-5>.

9-Barry B. K, Carson R. G. The Consequences of Resistance Training for Movement Control in Older Adults. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci* [internet]. 2011 [citado el 15 de octubre de 2021];59(7):M730–54. Disponible en: <https://doi:10.1093/gerona/59.7.m730>.

10-Fragala M. S, Kenny A. M, Kuchel G. A. Muscle Quality in Aging: a Multi-Dimensional Approach to Muscle Functioning with Applications for Treatment. *Sport Med* [internet]. 2015 [citado el 15 de octubre de 2021];45(5):641–58. Disponible en: <https://doi:10.1007/s40279-015-0305-z>.

11-Cuoco A, Callahan D. M, Sayers S, Frontera W. R, Bean J, Fielding R. A. Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci* [internet]. 2004 [citado el 15 de octubre de 2021]; 59(11):1200-6. Disponible en : <https://doi:10.1093/gerona/59.11.1200>.

12-De Vos N. J, Orr R, Ross D. A, Stavrinou T. M, Fiatarone-Singh M. A, Singh N. A. Power Training Improves Balance in Healthy Older Adults. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci* [internet]. 2011 [citado el 15 de octubre de 2021];61(1):78–85. Disponible en: <https://doi:10.1093/gerona/61.1.78>.

13-Lavolette L. C, Clark M, Fielding R. A, Foldvari M, Kaliton D, Bernstein M. A. Association of Muscle Power With Functional Status in Community-Dwelling Elderly Women. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci* [internet]. 2011 [citado el 15 de octubre de 2021];55(4):192–9. Disponible en: <https://doi:10.1093/gerona/55.4.m192>.

14-Gómez-Cabello A. Evolución de los niveles de condición física en población octogenaria Y. Nutr Hosp. 1 de abril de 2014;(4):894-900. Disponible en: <http://www.aulamedica.es/nh/pdf/7212.pdf>.

15-Cheung CL, Lam KSL, Cheung BMY. Evaluation of Cutpoints for Low Lean Mass and Slow Gait Speed in Predicting Death in the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2004. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. enero de 2016;71(1):90-5. Disponible en: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/71/1/90/2614173?login=false>

16-Giallauria F, Cittadini A, Smart NA, Vigorito C. Resistance training and sarcopenia. Monaldi Arch Chest Dis [Internet]. 22 de junio de 2016 [citado 14 de octubre de 2023];84(1-2). Disponible en: <https://www.monaldi-archives.org/index.php/macd/article/view/738>

17-Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age-related differences in the dose–response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. J Physiol. Enero de 2009;587(1):211-7. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1113/jphysiol.2008.164483>

18-Kyle U, Genton L, Hans D, Karsegard L, Slosman D, Pichard C. Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. Eur J Clin Nutr. 1 de agosto de 2001;55(8):663-72. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1038/sj.ejcn.1601198>

19-Milanovic Z, Jorgić B, Trajković N, Sporis, Pantelić S, James. Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. Clin Interv Aging. mayo de 2013;549. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.2147/cia.s44112>

20-Izquierdo M, Rodriguez-Mañas L, Casas-Herrero A, Martinez-Velilla N, Cadore EL, Sinclair AJ. Is It Ethical Not to Prescribe Physical Activity for the Elderly Frail? J Am Med Dir Assoc. septiembre de 2016;17(9):779-81. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.jamda.2016.06.015>

21-Tak E, Kuiper R, Chorus A, Hopman-Rock M. Prevention of onset and progression of basic ADL disability by physical activity in community dwelling older adults: A meta-analysis.

Ageing Res Rev. enero de 2013;12(1):329-38. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.arr.2012.10.001>

22-Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, et al. Association of Muscle Power With Functional Status in Community-Dwelling Elderly Women. *The Journals of Gerontology: Series A*, Volume 55, Issue 4, 1 April 2000, Pages M192–M199, Disponible en: <https://doi.org/10.1093/gerona/55.4.M192>

23-Martinikorena I, Martínez-Ramírez A, Gómez M, Lecumberri P, Casas-Herrero A, Cadore EL, et al. Gait Variability Related to Muscle Quality and Muscle Power Output in Frail Nonagenarian Older Adults. *J Am Med Dir Assoc.* febrero de 2016;17(2):162-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.09.015>

24-García-García FJ, Carnicero JA, Losa-Reyna J, Alfaro-Acha A, Castillo-Gallego C, Rosado-Artalejo C, et al. Frailty Trait Scale–Short Form: A Frailty Instrument for Clinical Practice. *J Am Med Dir Assoc.* septiembre de 2020;21(9):1260-1266.e2. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.008>

25-García-García FJ, Carcaillon L, Fernandez-Tresguerres J, Alfaro A, Larrion JL, Castillo C, et al. A New Operational Definition of Frailty: The Frailty Trait Scale. *J Am Med Dir Assoc.* mayo de 2014;15(5):371.e7-371.e13. disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.01.004>

26-Del Pozo-Cruz B, Mañas A, Martín-García M, Marín-Puyalto J, García-García FJ, Rodríguez-Mañas L, et al. Frailty is associated with objectively assessed sedentary behaviour patterns in older adults: Evidence from the Toledo Study for Healthy Aging (TSHA). Ginsberg SD, editor. *PLOS ONE*. 11 de septiembre de 2017;12(9):e0183911. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183911>

27- Bohannon RW. Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clin Interv Aging.* 2019 Oct 1;14:1681-1691. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2147/CIA.S194543>.

28- Cesari M, Prince M, Thiyagarajan JA, De Carvalho IA, Bernabei R, Chan P, et al. Frailty: An Emerging Public Health Priority. *J Am Med Dir Assoc.* marzo de 2016;17(3):188-92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2015.12.016>

29-García-García FJ, Carcaillon L, Fernandez-Tresguerres J, Alfaro A, Larrion JL, Castillo C, et al. A New Operational Definition of Frailty: The Frailty Trait Scale. *J Am Med Dir Assoc.* mayo de 2014;15(5):371.e7-371.e13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.01.004>.

30-Baltasar-Fernandez I, Alcazar J, Rodriguez-Lopez C, Losa-Reyna J, Alonso-Seco M, Ara I, et al. Sit-to-stand muscle power test: Comparison between estimated and force plate-derived mechanical power and their association with physical function in older adults. *Exp Gerontol.* marzo de 2021;145:111213. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111213>

31-Losa-Reyna J, Alcazar J, Rodríguez-Gómez I, Alfaro-Acha A, Alegre LM, Rodríguez-Mañas L, et al. Low relative mechanical power in older adults: An operational definition and algorithm for its application in the clinical setting. *Exp Gerontol.* diciembre de 2020;142:111141. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111141>

32-Zhang F, Ferrucci L, Culham E, Metter EJ, Guralnik J, Deshpande N. Performance on Five Times Sit-to-Stand Task as a Predictor of Subsequent Falls and Disability in Older Persons. *J Aging Health.* abril de 2013;25(3):478-92. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0898264313475813>

33-Makizako H, Shimada H, Doi T, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Hotta R, et al. Predictive Cutoff Values of the Five-Times Sit-to-Stand Test and the Timed “Up & Go” Test for Disability Incidence in Older People Dwelling in the Community. Disponible en: <https://doi.org/10.2522/ptj.20150665>

34-Buatois S, Miljkovic D, Manckoundia P, Gueguen R, Miget P, Vançon G, et al. FIVE TIMES SIT TO STAND TEST IS A PREDICTOR OF RECURRENT FALLS IN HEALTHY COMMUNITY-LIVING SUBJECTS AGED 65 AND OLDER. *J Am Geriatr Soc.* agosto de 2008;56(8):1575-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01777.x>

35-Shea CA, Ward RE, Welch SA, Kiely DK, Goldstein R, Bean JF. Inability to Perform the Repeated Chair Stand Task Predicts Fall-Related Injury in Older Primary Care Patients. *Am J Phys Med Rehabil.* junio de 2018;97(6):426-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000889>.

36-Barbour KE, Lui LY, McCulloch CE, Ensrud KE, Cawthon PM, Yaffe K, et al. Trajectories of Lower Extremity Physical Performance: Effects on Fractures and Mortality in Older Women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. diciembre de 2016;71(12):1609-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/gerona/glw071>

37-Cawthon PM, Fullman RL, Marshall L, Mackey DC, Fink HA, Cauley JA, et al. Physical Performance and Risk of Hip Fractures in Older Men. *J Bone Miner Res*. 25 de febrero de 2008;23(7):1037-44. Disponible en: <https://www.doi.org/10.1359/JBMR.080227>

38-Shephard RJ. Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *Yearb Sports Med*. enero de 2011;2011:387-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.c4467>.

39-Alcazar J, Kamper RS, Aagaard P, Haddock B, Prescott E, Ara I, et al. Relation between leg extension power and 30-s sit-to-stand muscle power in older adults: validation and translation to functional performance. *Sci Rep*. 1 de octubre de 2020;10(1):16337. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73395-4>

40-Alcazar J, Rodriguez-Lopez C, Ara I, Alfaro-Acha A, Rodríguez-Gómez I, Navarro-Cruz R, et al. Force-velocity profiling in older adults: An adequate tool for the management of functional trajectories with aging. *Exp Gerontol*. julio de 2018;108:1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.03.015>

41-BJSM. British journal of sports medicine. [sede web]. Inglaterra: BJSM; 2021 [actualizada año 2021; acceso 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://blogs.bmj.com/bjasm/2021/02/04/app-review-powerfrail-for-the-assessment-of-relative-muscle-power-and-frailty-in-older-people/>.

42-Leocadio Rodriguez-Mañas, Linda P Fried. Frailty in the clinical scenario. *The Lancet*. 14 de febrero de 2015; 385:7-9. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61595-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61595-6).

43-Dunning T, Sinclair A, Colagiuri S. New IDF Guideline for managing type 2 diabetes in older people. *Diabetes Res Clin Pract*. marzo de 2014;103(3):538-40. disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2014.03.005>

44-Aguayo GA, Donneau AF, Vaillant MT, Schritz A, Franco OH, Stranges S, et al. Agreement Between 35 Published Frailty Scores in the General Population. *Am J Epidemiol*. 15 de agosto de 2017;186(4):420-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/aje/kwx061>.

45-Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1 de marzo de 2001;56(3):M146-57. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>

46-Searle SD, Mitnitski A, Gahbauer EA, Gill TM, Rockwood K. A standard procedure for creating a frailty index. *BMC Geriatr*. diciembre de 2008;8(1):24. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-2318-8-24>

47-Mañas A, Del Pozo-Cruz B, Guadalupe-Grau A, Marín-Puyalto J, Alfaro-Acha A, Rodríguez-Mañas L, et al. Reallocating Accelerometer-Assessed Sedentary Time to Light or Moderate- to Vigorous-Intensity Physical Activity Reduces Frailty Levels in Older Adults: An Isotemporal Substitution Approach in the TSHA Study. *J Am Med Dir Assoc*. febrero de 2018;19(2):185.e1-185.e6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.11.003>.

48-Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing*. julio de 2011;40(4):423-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ageing/afr05>

49-Sayer AA, Kirkwood TBL. Grip strength and mortality: a biomarker of ageing? *The Lancet*. julio de 2015;386(9990):226-7. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62349-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62349-7)

50-Schaap LA, Fox B, Henwood T, Bruyère O, Reginster JY, Beaudart C, et al. Grip strength measurement: Towards a standardized approach in sarcopenia research and practice. *Eur Geriatr Med*. junio de 2016;7(3):247-55. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2015.11.012>

51-Sanderson WC, Scherbov S, Weber D, Bordone V. Combined Measures of Upper and Lower Body Strength and Subgroup Differences in Subsequent Survival Among the Older

Population of England. *J Aging Health*. octubre de 2016;28(7):1178-93. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0898264316656515>

52-Bohannon RW. Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clin Interv Aging*. octubre de 2019;Volume 14:1681-91. Disponible en: <http://doi.org/10.2147/CIA.S194543>.

53-Blomkvist AW, Andersen S, De Bruin ED, Jorgensen MG. Isometric hand grip strength measured by the Nintendo Wii Balance Board – a reliable new method. *BMC Musculoskelet Disord*. diciembre de 2016;17(1):56. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s12891-016-0907-0>

54-Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.

55-Lopopolo RB, Greco M, Sullivan D, Craik RL, Mangione KK. Effect of Therapeutic Exercise on Gait Speed in Community-Dwelling Elderly People: A Meta-analysis. *Phys Ther*. 1 de abril de 2006;86(4):520-40. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/ptj/86.4.520>.

56-Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, Leveille SG, Markides KS, Ostir GV, et al. Lower Extremity Function and Subsequent Disability: Consistency Across Studies, Predictive Models, and Value of Gait Speed Alone Compared With the Short Physical Performance Battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1 de abril de 2000;55(4):M221-31. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/gerona/55.4.m221>.

57-Melzer D, Lan TY, Guralnik JM. The predictive validity for mortality of the index of mobility-related limitation - results from the EPESE study. *Age Ageing*. 1 de noviembre de 2003;32(6):619-25. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/ageing/afg107>.

58-Cesari M, Kritchevsky SB, Penninx BWHJ, Nicklas BJ, Simonsick EM, Newman AB, et al. Prognostic Value of Usual Gait Speed in Well-Functioning Older People—Results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. octubre de 2005;53(10):1675-80. Disponible en: <http://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53501.x>.

59-Der Wiel AB van, Gussekloo J, De Craen AJM, Van Exel E, Bloem BR, Westendorp RGJ. Common Chronic Diseases and General Impairments as Determinants of Walking Disability in the Oldest-Old Population. *J Am Geriatr Soc.* agosto de 2002;50(8):1405-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50363.x>.

60-Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N, Islam MM. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Prev Med.* marzo de 2003;36(3):255-64. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0091-7435\(02\)00028-2](https://doi.org/10.1016/S0091-7435(02)00028-2).

61-Studenski S, Perera S, Wallace D, Chandler JM, Duncan PW, Rooney E, et al. Physical Performance Measures in the Clinical Setting. *J Am Geriatr Soc.* marzo de 2003;51(3):314-22. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51104.x>.

62-Spirduso WW, Cronin DL. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults: *Med Sci Sports Exerc.* junio de 2001;33(Supplement):S598-608. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00028>.

63-Brach JS, VanSwearingen JM, Newman AB, Kriska AM. Identifying Early Decline of Physical Function in Community-Dwelling Older Women: Performance-Based and Self-Report Measures. *Phys Ther.* 1 de abril de 2002;82(4):320-8. Disponible en: <https://doi.org/11922849>.

64-Hardy SE, Perera S, Roumani YF, Chandler JM, Studenski SA. Improvement in Usual Gait Speed Predicts Better Survival in Older Adults. *J Am Geriatr Soc.* noviembre de 2007;55(11):1727-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01413.x>.

65- Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Med.* 2000 Jan;29(1):1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.2165/00007256-200029010-00001>.

66-Purser JL, Weinberger M, Cohen HJ, Pieper CF, Morey MC, Li T, Williams GR, Lapuerta P. Walking speed predicts health status and hospital costs for frail elderly male veterans. *J Rehabil Res Dev.* 2005 Jul-Aug;42(4):535-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1682/jrrd.2004.07.0087>.

67-Hsu CL, Liang CK, Liao MC, Chou MY, Lin YT. Slow gait speed as a predictor of 1-year cognitive decline in a veterans' retirement community in southern Taiwan. *Geriatr Gerontol Int.* 2017 Apr;17 Suppl 1:14-19. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/ggi.13034>.

68-Chang KV, Hsu TH, Wu WT, Huang KC, Han DS. Association Between Sarcopenia and Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2016 Dec 1;17(12):1164.e7-1164.e15. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.09.013>.

69-Buracchio T, Dodge HH, Howieson D, Wasserman D, Kaye J. The trajectory of gait speed preceding mild cognitive impairment. *Arch Neurol.* 2010 Aug;67(8):980-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1001/archneurol.2010.159>.

70-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>.

71-Craig CL, Marshall AL, Sj??Str??M M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity: *Med Sci Sports Exerc.* agosto de 2003;35(8):1381-95. Disponible en: <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>.

72-Lee PH, Macfarlane DJ, Lam T, Stewart SM. Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* diciembre de 2011;8(1):115. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-115>.

73-Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities: *Med Sci Sports Exerc.* septiembre de 2000;32: 498-516. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00005768-200009001-00009>.

74-Zhao R, Li X, Jiang Y, Su N, Li J, Kang L, Zhang Y, Yang M. Evaluation of Appendicular Muscle Mass in Sarcopenia in Older Adults Using Ultrasonography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gerontology.* 2022;68(10):1174-1198. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000525758>.

75-Bauer J, Morley JE, Schols AMWJ, Ferrucci L, Cruz-Jentoft AJ, Dent E, Baracos VE, Crawford JA, Doehner W, Heymsfield SB, Jatoi A, Kalantar-Zadeh K, Lainscak M, Landi F, Laviano A, Mancuso M, Muscaritoli M, Prado CM, Strasser F, von Haehling S, Coats AJS, Anker SD. Sarcopenia: A Time for Action. An SCWD Position Paper. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019 Oct;10(5):956-961. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12483>.

76-Yoshida D, Shimada H, Park H, Anan Y, Ito T, Harada A, Suzuki T. Development of an equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in Japanese older adults using bioelectrical impedance analysis. *Geriatr Gerontol Int*. 2014 Oct;14(4):851-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/ggi.12177>.

77-Kim JH, Choi SH, Lim S, Kim KW, Lim JY, Cho NH, Park KS, Jang HC. Assessment of appendicular skeletal muscle mass by bioimpedance in older community-dwelling Korean adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2014 May-Jun;58(3):303-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.11.002>.

78-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>

79-Alcazar J, Aagaard P, Haddock B, Kamper RS, Hansen SK, Prescott E, Alegre LM, Frandsen U, Suetta C. Age- and Sex-Specific Changes in Lower-Limb Muscle Power Throughout the Lifespan. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020 Jun 18;75(7):1369-1378. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa013>

80-Gray M, Glenn JM, Binns A. Predicting sarcopenia from functional measures among community-dwelling older adults. *Age (Dordr)*. 2016 Feb;38(1):22. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11357-016-9887-0>.

81-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 Apr 15;79(1):50. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13690-021-00573-9>

82-Ramsey KA, Rojer AGM, D'Andrea L, Otten RHJ, Heymans MW, Trappenburg MC, Verlaan S, Whittaker AC, Meskers CGM, Maier AB. The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2021 May;67:101266. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101266>

83-Coelho-Júnior HJ and Uchida MC. Effects of Low-Speed and High-Speed Resistance Training Programs on Frailty Status, Physical Performance, Cognitive Function, and Blood Pressure in Prefrail and Frail Older Adults. *Front. Med.* 2021. Julio. 8:702436. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.702436>

84-Craig et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35 (8): 1381- 95. Disponible en: <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>.

X. ANEXOS.

Anexo 1.

Consentimiento informado.

El grupo de trabajo a cargo de este estudio, integrado por los licenciados Leonardo Intelángelo, 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 60 minutos. Para evaluar la arquitectura muscular se utilizará un equipo de ultrasonido músculo 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 de la UGR de la ciudad de Rosario.

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 retarse 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: leonardo.intelangelo@gmail.com

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.”.

Firma del participante voluntario.....

Rosario,.....dede.....

Anexo 2.

Cuestionario autoadministrado.

Datos personales

Nombre y apellido					Fecha
Edad	Altura	Peso	Longitud 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	Visuales-auditivos Sí/No
Vestibulares Sí/No	
Diabetes Sí/No Tipo:	Neurológicos Sí/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.

Índice de Calidad Muscular ^(5, 6)
El índice de calidad muscular es estimado a través de la siguiente fórmula:
$MQI(W) = ((\text{Longitud de la pierna} \times 0.4) \times \text{masa corporal} \times \text{gravedad} \times 10) / \text{tiempo STS}$
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 ⁻²) y una constante de 10.

Anexo 4.

Test sit-to-stand ⁽⁷⁾
Se trata de un test sentado-parado. Se utilizará una silla de 0,4m de altura. Se pedirá a los sujetos que se pongan de pie desde una posición de sentado, para luego sentarse. Se repetirá este gesto 5 veces, lo más rápido que se pueda. El tiempo (Tsit-stand) se registrará mediante un cronómetro. La prueba comenzará cuando el examinador diga “adelante” y finalizará en la posición de bipedestación, durante la última repetición.

Anexo 5.

Los últimos 7 días. IPAQ-SF. ⁸⁴
Lea: Voy a preguntarle sobre el tiempo que usted pasó haciendo actividad física durante los últimos 7 días. Por favor responda cada pregunta incluso si usted no se considera una persona activa. Piense en las actividades que usted realiza en el trabajo, en su casa y en el jardín, para ir de un lugar a otro, y en su tiempo libre para recrearse, hacer ejercicio o deporte.

Lea: Ahora, piense en toda la actividad vigorosa que requiere trabajo físico duro que hizo en los últimos siete días. Actividad vigorosa que hace que usted respire mucho más fuerte de lo normal y puede incluir levantar objetos pesados, cavar, ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta. Piense solo en esas actividades físicas que hizo por al menos 10 minutos.

1) Durante los últimos 7 días ¿cuántos días hizo actividad física vigorosa?

_____ Días por semana (VDAY: rango 0-7, 8, 9)

8. No sabe/No está seguro

9. Rechaza

(Aclaración del entrevistador: piensa solamente en aquellas actividades que hizo por lo menos durante 10 minutos)

(Nota para el entrevistador: Si responde 0, rechaza o no sabe, salta a la pregunta 3)

2) ¿Cuánto tiempo pasa usualmente realizando actividad física vigorosa en uno de esos días?

_____ Horas por día (VDHRS: rango 0-16)

_____ Minutos por día (VDMIN: rango 0-960, 998, 999)

998. No sabe/No está seguro.

999. Rechaza

(Aclaración del entrevistador: piensa solamente en aquellas actividades que hizo por lo menos durante 10 minutos)

(Sondeo del entrevistador: Se busca un tiempo promedio por día en el que realiza actividad física vigorosa. Si el encuestado no puede responder porque el patrón de tiempo varía notablemente de día a día, pregunta: "cuanto tiempo paso haciendo actividad física vigorosa en total durante los últimos 7 días)

_____ Horas por semana (VWHRs; rango: 0-112)

_____ Minutos por semana (VWMIN; rango 0-6720, 9998, 9999)

9998. No sabe/No está seguro

9999. Rechaza.

Leer: Ahora piense en las actividades que usted hizo en los últimos 7 días que requieren moderado esfuerzo físico. Actividades físicas moderadas que hace que respire un poco más fuerte de lo normal y puede incluir cargar pesos ligeros, andar en bicicleta a paso regular, o tenis doble. No

incluye caminar. Otra vez, piense sólo sobre aquellas actividades físicas que usted hizo por lo menos durante 10 minutos.

3) Durante los últimos 7 días ¿en cuánto de esos días usted hizo actividad física moderada?

_____ Días por semana (MDAY: rango 0-7, 8, 9)

8. No sabe/No está seguro

9. Rechaza

(Aclaración del entrevistador: piensa solamente en aquellas actividades que hizo por lo menos durante 10 minutos)

(Nota para el entrevistador: Si responde 0, rechaza o no sabe, salta a la pregunta 5)

4) ¿Cuánto tiempo usualmente pasa realizando actividad física moderada en uno de esos días?

_____ Horas por día (MDHRS: rango 0-16)

_____ Minutos por día (MDMIN: rango 0-960, 998, 999)

998. No sabe/No está seguro.

999. Rechaza

(Aclaración del entrevistador: piensa solamente en aquellas actividades que hizo por lo menos durante 10 minutos)

(Sondeo del entrevistador: Se busca un tiempo promedio por día en el que realizó actividad física moderada. Si el encuestado no puede responder porque el patrón de tiempo varía notablemente de día a día o incluye pasar tiempo en múltiples tareas, pregunta: "cuánto tiempo pasó haciendo actividad física moderada en total durante los últimos 7 días)

_____ Horas por semana (MWHRS; rango: 0-112)

_____ Minutos por semana (MWMIN; rango 0-6720, 9998, 9999)

9998. No sabe/No está seguro

9999. Rechaza.

LEA: ahora piense sobre el tiempo que usted pasó caminando durante los últimos 7 días. Esto incluye caminar al trabajo y a casa, caminar para trasladarse de un lugar a otro y cualquier otra caminata que usted puede hacer solamente por recreación, deporte, ejercicio, o por ocio.

5) Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días usted caminó por al menos 10 minutos?

_____ Días por semana (WDAY: rango 0-7, 8, 9)

8. No sabe/No está seguro

9. Rechaza

(Aclaración del entrevistador: piensa solamente en aquellas caminatas que hizo por lo menos durante 10 minutos)

(Nota para el entrevistador: Si responde 0, rechaza o no sabe, salta a la pregunta 7)

6) ¿Cuánto tiempo usualmente pasó caminando en uno de esos días?

_____ Horas por día (WDHRS: rango 0-16)

_____ Minutos por día (WDMIN: rango 0-960, 998, 999)

998. No sabe/No está seguro.

999. Rechaza

(Sondeo del entrevistador: Se busca un tiempo promedio por día de caminata. Si el encuestado no puede responder porque el patrón de tiempo varía notablemente de día a día, pregunta:

“cuanto tiempo paso caminando en total durante los últimos 7 días)

_____ Horas por semana (WWHRS; rango: 0-112)

_____ Minutos por semana (WWMIN; rango 0-6720, 9998, 9999)

9998. No sabe/No está seguro

9999. Rechaza.

LEA: Ahora piense sobre el tiempo que pasó sentado durante la semana los últimos 7 días. Incluye tiempo pasado en casa, en el trabajo, haciendo un curso, o durante su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado en un escritorio, visitando un amigo, leyendo o sentado o recostado mirando televisión.

7) Durante los últimos 7 días ¿cuánto tiempo usualmente pasó sentado en un día de semana?

_____ Horas por día de semana (SDHRS: rango 0-16)

_____ Minutos por día (SDMIN: rango 0-960, 998, 999)

998. No sabe/No está seguro.

999. Rechaza

(Aclaración del entrevistador: Incluye el tiempo que paso acostado (despierto) también)

(Sondeo del entrevistador: Se busca un tiempo promedio por día que paso sentado. Si el encuestado no puede responder porque el patrón de tiempo varía notablemente de día a día, pregunta: "¿cuál es el tiempo total que pasó sentado el último miércoles?)"

_____ Horas el miércoles (WWHRS; rango: 0-112)

_____ Minutos el miércoles (WWMIN; rango 0-6720, 9998, 9999)

9998. No sabe/No está seguro

9999. Rechaza.

Anexo 6.

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA - IPAQ E.⁷⁰

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

Las preguntas se basan sobre el tiempo que pasó siendo físicamente activo en los últimos 7 días.

Responda cada pregunta incluso si no se considera una persona activa.

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 incluye 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