



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA**

**DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPÚLVEDA
GUTIÉRREZ, CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

TÍTULO

**“REPRODUCIBILIDAD DE LAS MEDICIONES POR ECOGRAFÍA DEL ESPESOR,
LONGITUD Y VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE DEL MÚSCULO VASTO MEDIAL,
DE LA EXTREMIDAD PÉLVICA DOMINANTE”**

**TESIS QUE PRESENTA
JAYR DANIEL ISLAS HERNÁNDEZ**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD DE IMAGENOLOGÍA
DIAGNÓSTICA Y TERAPEÚTICA.**

TUTORES:

DR. CARLOS PAREDES MANJARREZ

DRA. KATHRINE JAUREGUI RENAUD

CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2024.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).


El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**REPRODUCIBILIDAD DE LAS MEDICIONES POR ECOGRAFÍA DEL ESPESOR,
LONGITUD Y VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE DEL MÚSCULO VASTO MEDIAL,
DE LA EXTREMIDAD PÉLVICA DOMINANTE**


UNIDAD HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
CENTRO MEDICO NACIONAL S. XXI
"DR. BERNARDO SEPULVEDA"
23 FEB 2024
IMSS


DRA. VICTORIA MENDOZA ZUBIETA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
E INVESTIGACIÓN EN SALUD


DR. FRANCISCO JOSÉ AVELAR GARNICA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIDADES EN IMAGENOLÓGIA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI


DR. CARLOS PAREDES MANJARREZ
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE ULTRASONIDO DE IMAGENOLÓGIA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CMN SIGLO XXI


DRA. KATHRINE JAUREGUI RENAUD
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN MÉDICA EN OTONEUROLOGÍA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

	1.DATOS DEL ALUMNO
APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRE TELÉFONO UNIVERSIDAD FACULTAD CARRERA No. DE CUENTA	ISLAS HERNÁNDEZ JAYR DANIEL 5561076710 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE MEDICINA 310085658
	2. DATOS DE LOS ASESORES
APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRE	PAREDES MANJARREZ CARLOS Médico Adscrito al Servicio de Ultrasonido de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, Hospital de Especialidades CMN Siglo XXI, IMSS teléfono: 55 56 2769 00 ext. 21307 E-mail: pancreaman@gmail.com
APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRE	JÁUREGUI RENAUD KATHRINE Doctora en Ciencias Médicas Jefe de la Unidad de Investigación Médica en Otoneurología, IMSS teléfono: 55 56 2769 00 ext. 21669 E-mail: kathrine.jauregui@imss.gob.mx
	3. DATOS DE LA TESIS
TÍTULO NÚMERO DE PÁGINAS AÑO NÚMERO DE REGISTRO	Reproducibilidad de las mediciones por ecografía del espesor, longitud y velocidad de la onda de corte del músculo vasto medial, De la extremidad pélvica dominante 17 2024 R 2020-785-157 y enmiendas.



Dictamen de Aprobación

Miércoles, 07 de octubre de 2020

Ref. 09-B5-61-2800/2020/00/

Dra. Kathrine Jáuregui Renaud

Unidad de Investigación Médica en Otoneurología (UNIDAD DE INVESTIG MED EN OTONEUROLOGIA), Nivel Central

Presente:

Informo a usted que el protocolo titulado: **La función pulmonar, la sarcopenia y los síntomas neuro-psiquiátricos de supervivientes de hospitalización por neumonía por COVID-19 y su posible influencia en la calidad de vida a 3 y 6 meses de seguimiento. ESTUDIO EXPLORATORIO**, fue sometido a la consideración de este Comité Nacional de Investigación Científica.

Los procedimientos propuestos en el protocolo cumplen con los requerimientos de las normas vigentes, con base en las opiniones de los vocales del Comité de Ética en Investigación y del Comité de Investigación del Comité Nacional de Investigación Científica del IMSS, se ha emitido el dictamen de **APROBADO**, con número de registro: R-2020-785-157.

De acuerdo a la normatividad vigente, deberá informar a esta Comité en los meses de enero y julio de cada año, acerca del desarrollo del proyecto a su cargo. Este dictamen sólo tiene vigencia de un año. Por lo que en caso de ser necesario requerirá solicitar una reaprobación al Comité de Ética en Investigación del Comité Nacional de Investigación Científica, al término de la vigencia del mismo.

Atentamente,

Dr. José Ramón Paniagua Sierra
Presidente del Comité Nacional de Investigación Científica

Se anexa dictamen
SNN/ iah. F-CNIC-2020-232

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos Av. Cuauhtémoc 330 Col. Doctores México 06720 56276900 ext. 21210 canis@cis.gob.mx

RESUMEN

Objetivo. Identificar la reproducibilidad después de 6 meses de las mediciones por ecografía del espesor, longitud y velocidad de la onda de corte del músculo vasto medial, de la extremidad pélvica dominante de adultos, considerando el sexo, la edad y el antecedente de haber padecido COVID-19 leve.

Métodos. Participaron 70 adultos, con edades entre 20 y 85 años. Se realizaron mediciones ecográficas del espesor, longitud y velocidad de onda de corte del músculo vasto medial en dos ocasiones, separadas por un periodo de seis meses.

Resultados. Se observó variabilidad en la medición del espesor muscular entre las dos evaluaciones. El análisis ajustado por la edad, sexo y antecedente de COVID-19 leve mostró influencia de la edad y del antecedente de COVID-19 en el espesor muscular, pero no en la longitud de la fibra ni en la velocidad de propagación de la onda de corte.

Conclusión. En adultos, las características ecográficas del músculo vasto medial pueden ser reproducibles después de 6 meses, siempre y cuando se considere la edad y el antecedente de morbilidad que pueda condicionar su deterioro, como es el COVID-19.

Palabras clave. Ecografía, músculo vasto, COVID-19 leve.

Introducción

Epidemiología

En una revisión sistemática de 35 estudios, con 58404 adultos mayores de 60 años de edad, se observó deterioro muscular con una prevalencia de 10% (1). Se estima que, en 2050, aproximadamente 400 millones de adultos tendrán al menos 80 años. Ante una mayor expectativa de vida al nacer, se estima un aumento gradual de la incidencia y prevalencia del deterioro muscular relacionado a la edad, que implica un problema de salud pública (2).

El deterioro muscular se asocia a deterioro de la calidad de vida con compromiso de la funcionalidad, discapacidad, requerimiento de atención médica en general y hospitalaria en particular, así como a incremento de la mortalidad (OR 3.59 I.C. 95% 2.96–4.37) (3).

Definición de sarcopenia

El término sarcopenia implica la pérdida de masa muscular en general (4), que suele ser evidente en las extremidades inferiores (5). En las Guías Internacionales de Práctica Clínica para Sarcopenia (*International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia*; ICFSR) se define como enfermedad musculoesquelética asociada a la edad, con pérdida de la masa muscular y de su función (6). El Grupo Europeo de Trabajo en Sarcopenia en el Adulto Mayor (*European Working Group on Sarcopenia in Older People*; EWGSOP) la define como un síndrome de pérdida progresiva y generalizada de la masa y fuerza muscular con el riesgo de resultados adversos como discapacidad física, mala calidad de vida y muerte (7). La Organización Mundial de la Salud (OMS) la incluyó como enfermedad desde la décima versión de la Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE; código ICD-10-CM) (8).

Se reconocen dos tipos principales de sarcopenia, la primaria que está relacionada a factores que se acumulan con el envejecimiento y la secundaria relacionada a enfermedad o nutrición (7). En lo particular, la estancia hospitalaria puede favorecer la pérdida de masa muscular, con características clínicas diferentes a las que caracterizan a la sarcopenia relacionada al envejecimiento (9). La sarcopenia que se presenta en un periodo de 28 días a partir de un evento desencadenante, como enfermedad, trauma, quemadura o cirugía, se denomina aguda (6)(7). En tanto que la enfermedad respiratoria crónica también puede contribuir a generar y perpetuar a la sarcopenia (10). Aunque aún es

controvertido, porque no hay una correlación simple entre la masa muscular y el desempeño funcional (6).

La definición de sarcopenia, tanto primaria como secundaria, que propone el grupo de trabajo europeo en sarcopenia en personas mayores implica que debe haber un deterioro de la fuerza o del desempeño físico, que sea mayor a dos desviaciones estándar de la media en la población joven sin enfermedad (9).

Evolución clínica para el diagnóstico de sarcopenia

En sus diferentes etapas, la sarcopenia se asocia a deterioro de la calidad de las proteínas musculares y sustitución de las fibras musculares por tejido adiposo con fibrosis; simultáneamente se presentan cambios en el metabolismo muscular, con estrés oxidativo y degeneración de la unión neuromuscular y deterioro tanto del volumen como de la función muscular (11). Los tres criterios para el diagnóstico de sarcopenia son: a) pérdida de masa muscular, b) pérdida de fuerza muscular y c) pérdida de rendimiento físico. Cuando se identifica sólo pérdida de masa muscular se considera pre-sarcopenia; si se reúnen los tres criterios se considera sarcopenia grave (12).

Evaluación de la masa muscular mediante ecografía

Los métodos tradicionales para el estudio de la pérdida muscular incluyen a la Tomografía Computada, la Resonancia Magnética, y la absorbiometría; sin embargo, la tomografía implica exposición a radiación ionizante y la disponibilidad de la tomografía computada y de la absorbiometría es limitada. La ecografía tiene ventajas por su facilidad de uso sin exposición a radiación y su disponibilidad (5); aunque con limitación cuando el tejido subcutáneo es muy grueso, como en pacientes con obesidad extrema (10).

La ecografía ofrece información relevante para el diagnóstico de sarcopenia, con medición de la ecogenicidad y dimensiones musculares. Los componentes que se pueden evaluar son el espesor del musculo, la longitud del fascículo, el ángulo de penación (dependiendo del músculo evaluado), la eco intensidad y el área transversal (13). En el miembro pélvico se ha observado que el músculo con mediciones que tienen la mayor relación a la fuerza de extensión de la rodilla es el músculo vasto intermedio (14). Actualmente además se puede evaluar la rigidez del tejido de acuerdo a la velocidad de propagación de la onda, mediante elastografía (15).

En la ecografía de individuos sin enfermedad muscular, el tejido muscular tiene baja eco-intensidad por lo que se observa oscuro. En el plano transversal, tiene apariencia moteada debido a la reflexión del tejido conectivo moderadamente ecogénico, en tanto que a lo largo del músculo se puede observar la estructura fascicular; los límites musculares son claramente visibles porque el epimisio que lo rodea en una estructura con reflexión alta. Sin embargo, cuando el tejido muscular se reemplaza por grasa o tejido fibroso, hay numerosas transiciones con impedancia acústica variada y reflexión, que se traduce en imágenes blancas (13).

En 23 estudios que evaluaron nueve grupos musculares, el cuádriceps femoral destacó entre los más afectados, con relación entre el grosor muscular y la masa corporal magra (16). Se observó que el músculo vasto intermedio presentó el mayor aumento de la ecogenicidad (31.8%) con disminución de su espesor (14%) (16).

La revisión sistemática de estudios en adultos mayores para evaluar sarcopenia mediante ecografía (16 de confiabilidad, 3 de validación y 2 de predicción) mostró que la ecografía muscular es un método confiable para evaluar el tamaño muscular en adultos mayores con y sin enfermedad, incluida la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y enfermedad coronaria, en diferentes regiones corporales (17); y de manera similar a los hallazgos en la evaluación de adultos jóvenes (18). En mediciones ex-vivo se ha documentado que la longitud fascicular de los músculos vasto lateral y vasto intermedio son confiables (14). Sin embargo, los puntos de corte para determinar disminución de la masa muscular dependen del músculo evaluado y deben considerar que las características de la población joven de la que se obtenga la referencia sea similar a la de los sujetos en estudio (19).

JUSTIFICACIÓN

La interpretación clínica de los estudios de ecografía muscular requiere de estudios de referencia que permitan al clínico decidir potenciales alternativas para limitar o mejorar la condición de los pacientes. Sin embargo, en México no se han realizado evaluaciones ecográficas para estandarizar de las evaluaciones musculares clínicas.

El presente estudio aporta información de relevancia clínica para la interpretación de estudios de ecografía musculoesquelético de aplicación múltiple, en adultos.

OBJETIVO

Identificar la reproducibilidad después de 6 meses de las mediciones por ecografía del espesor, longitud y velocidad de la onda de corte del músculo vasto medial, de la extremidad pélvica dominante de adultos, considerando el sexo, la edad y el antecedente de haber padecido COVID-19 leve.

MÉTODOS

Participantes

Aceptaron participar en el estudio 70 adultos de 20 a 85 años de edad (media 45, D.E. 4 años), entre ellos 43 mujeres y 27 hombres. Todos residentes de la ciudad de México, pero procedentes de los siguientes estados de la República Mexicana: Baja California, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Monterrey, Morelos, Oaxaca, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. Sus características generales, se describen en la Tabla 1. La selección se efectuó de acuerdo con los siguientes criterios de selección: hombres o mujeres en edad adulta, sin antecedente de enfermedad musculoesquelética, neurológica o inmunológica, que aceptaran participar voluntariamente.

Tabla1. Características Generales de los Participantes

Característica	Mujeres (n=43)	Hombres (n=27)	Todos (n=70)
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)
Edad (años)	42 (15.11)	47.2 (18.04)	43.9 (16.37)
Peso (Kg)	64 (10.17)	78 (6.38)	70 (11.22)
Talla (m)	159 (9.09)	174 (75.41)	165.5 (10.96)
Índice de Masa Corporal (kg/m ²)	25.1 (2.99)	25.66 (1.68)	25.1 (2.57)
	N (%)	N (%)	N (%)
Diabetes mellitus	14 (32.5%)	3 (11.1%)	6 (8.5%)
Hipertensión arterial	6 (14%)	3 (11.1%)	5 (7.14%)
Uso de tabaco	8 (18.6%)	2 (7.4%)	4 (1.4%)
Uso de Alcohol	1 (2.32%)	1 (3.7%)	1 (1.4%)

Procedimiento

Después de la administración de un cuestionario médico de salud en general que incluyó hábitos y antecedentes de enfermedades, se realizó ultrasonido de musculo vasto medial en dos ocasiones, con seis meses de diferencia, con el siguiente procedimiento:

Las imágenes del vasto intermedio se obtuvieron con un equipo de ecografía de la marca General Electric (modelo Logiq E9) que proporciona imágenes de diagnóstico y utiliza sistema de tecnología *XDclear*, optimizando la calidad de las imágenes, con transductor lineal vascular (General Electric, modelo *Logic* 9 de 5-9 Mhz) en modo B. Se efectuó elastografía de onda de corte (*Shear Wave*), que utiliza un impulso de fuerza de radiación acústica creado por un haz de ultrasonido enfocado para generar un mapa de color del grado de deformación del tejido, que permite la medición de la velocidad de propagación de las ondas de corte dentro del tejido, para cuantificar su rigidez focal; para fines de este protocolo se utilizaron las mediciones en metros por segundo.

Técnica. En posición decúbito supino, con las extremidades en extensión pasiva y semiflexión de la rodilla. El transductor se colocó en el tercio medio entre el trocánter mayor del fémur y el borde superior de la patela, en posición transversal, en donde se utilizó gel a base de agua como transductor, en modo B virtual convexo, a profundidad de 6 cm, con frecuencia promedio de 6 MHz y ganancia de 52. Se realizaron 3 mediciones del diámetro anteroposterior del vasto intermedio, colocando el caliper en la línea ecogénica de la fascia superficial y profunda del músculo, para obtener el promedio; después se efectuó elastografía *Shear Wave* realizando 5 mediciones cada una en el sitio de más homogeneidad, con rango intercuartílico < 10%. Las mediciones las realizó un médico radiólogo, con más de 30 años de experiencia, con la asistencia de un médico residente. Parámetros de medición. La medición del espesor muscular se efectuó con referencia a el vasto externo y el fémur para determinar los límites superficial y profundo del músculo respectivamente (Figura 1). La velocidad de la onda de corte m mediante elastografía *Shear Wave* se registró en metros por segundo y se obtuvo el mapa de color que permite distinguir cuatro patrones (Figura 2): 1= homogéneo blando, 2= heterogéneo predominantemente blando, 3= heterogéneo predominantemente rígido, 4= homogéneo rígido.

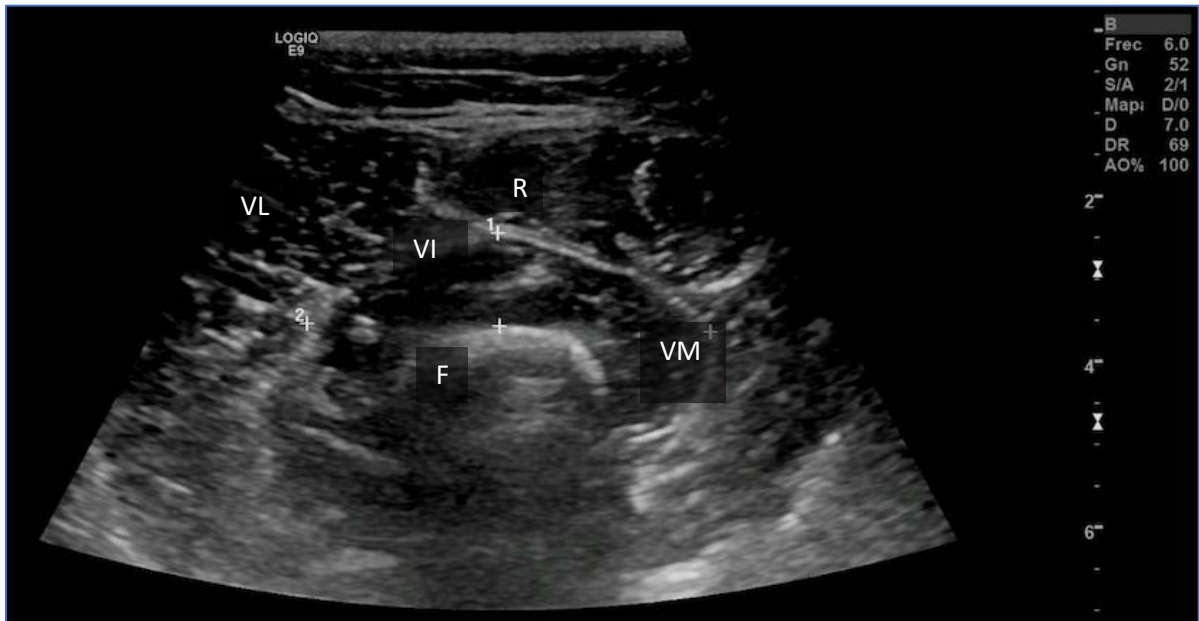


Figura 1. Imagen ecográfica de región anterior de la pierna, con transductor lineal en modo B (escala de grises), en corte transversal con virtual convexo, donde R; recto femoral, VI; vasto intermedio, F; fémur, VL; vasto lateral y VM; vasto medial.

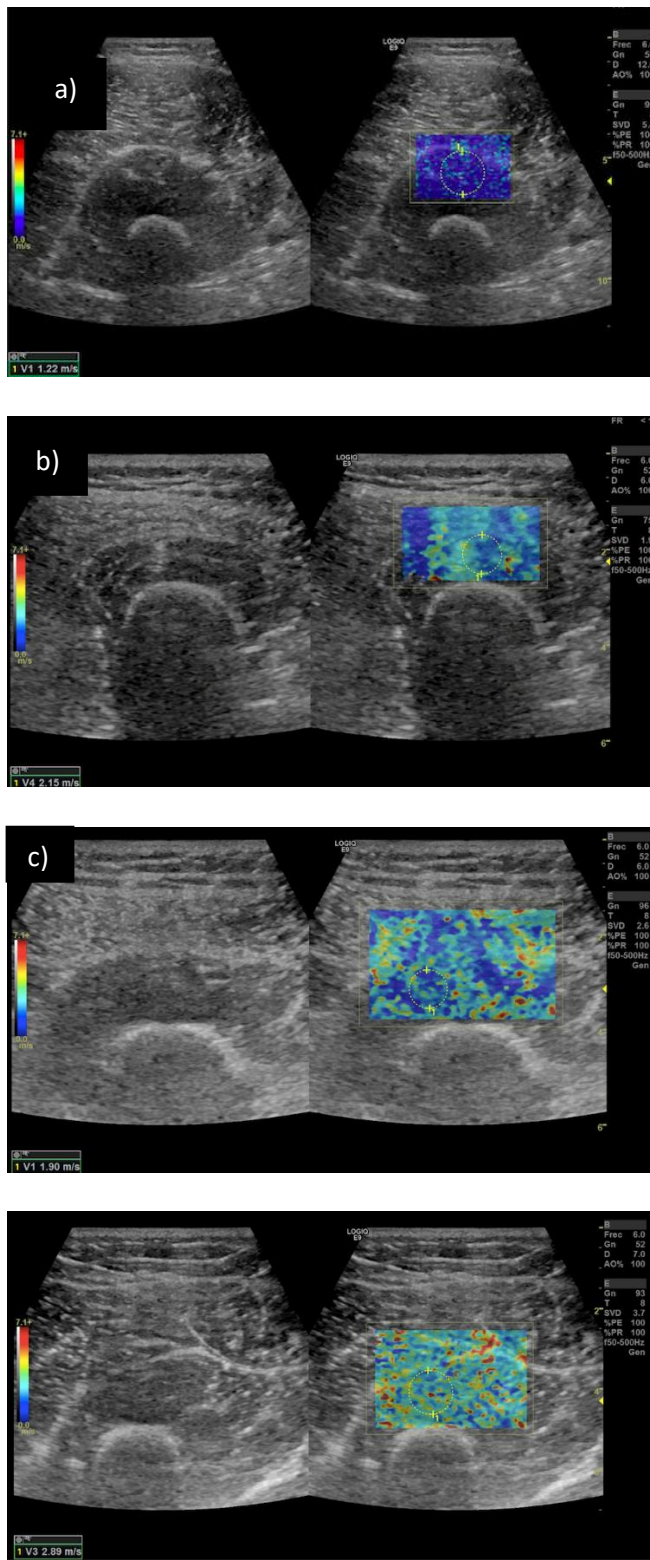


Figura 2. Imágenes de elastografía cualitativa, donde se identifican los diferentes patrones. a) Patrón homogéneo blando. b) Patrón heterogéneo predominantemente blando. c) Patrón heterogéneo predominantemente rígido. d) Patrón homogéneo rígido.

Análisis Estadístico

La descripción de los datos se efectuó de acuerdo su distribución (prueba de Kolmogorov Simirnov), con estimación de la media y la desviación estándar. La diferencia entre mediciones, primero se efectuó por prueba “t” de Student; después se analizó ajustada por la edad, el sexo y el antecedente de haber padecido COVID-19 leve, mediante Análisis de Covarianza, con nivel de significancia estadística de 0.05.

RESULTADOS

La media e intervalo de confianza del 95% de las mediciones efectuadas en el músculo vasto medial se describen en la Tabla 2; La mayor variación entre mediciones se observó en la medición del espesor del músculo. El análisis bivariado mostró diferencias tanto para el espesor como para la velocidad de propagación de la onda de corte (prueba t, valor de t 5.473 y 5.227, $p < 0.00001$).

Sin embargo, al ajustar las mediciones por los cofactores de edad, sexo y antecedente de haber padecido COVID-19 leve, ya no se observó diferencia entre las dos mediciones de cada característica del músculo. La Figura 3 muestra el declive del espesor muscular de acuerdo con la edad de los pacientes.

El análisis múltiple de covarianza (Tabla 3) mostró influencia de la edad en las tres características musculares, en las tres mediciones. Además, se observó influencia del antecedente de haber padecido COVID-19 leve en el espesor del músculo, más no en la longitud de la fibra, ni en la velocidad de propagación de la onda de corte. En análisis univariado complementario mostró que la relación del antecedente de COVID-19 leve contribuyó principalmente a la varianza de la primera medición ($F=4.538$, $p=0.03$) (Tabla 4).

En la Tabla 5 se describe el patrón de elastografía que se registró en cada una de las dos evaluaciones. Se observó un predominio del patrón 1 (homogéneo blando) con una frecuencia de 46% ($n=32$) en la primera medición y de 44% ($n=31$) en la segunda medición, que se observó en participantes de diferente edad (de 20 a 55 años), pero en ningún adulto mayor.

Tabla 2. Media e Intervalo de Confianza de 95% de la media (I.C.95%) de las mediciones repetidas con 6 meses de diferencia del vasto intermedio de 70 adultos.

Característica	Evaluación 1		Evaluación 2	
	Media	I.C 95%	Media	I.C. 95%
Espesor (cm)	1.545	1.427- 1.664	1.618	1.502-1.735
Longitud de la fibra (cm)	5.080	4.872-5.288	5.044	4.864- 5.224
Velocidad de propagación (m/s)	1.987	1.889- 2.085	2.072	1.975- 2.168

Tabla 3. Resultados del analisis múltiple de covarianza de las mediciones repetidas del espesor, la longitud de la fibra y la velocidad de propagación de la onda en el vasto intermedio de la extremidad pélvica dominante.

Variable	Espesor		Longitud de la fibra		Velocidad de propagación	
	F	p	F	p	F	p
Intercepción	304.346	<0.00001	651.789	<0.00001	140.712	0.00000
Edad	32.313	<0.00001	23.572	0.00001	12.731	0.00068
SEXO*COVID-19	0.858	0.358	2.571	0.114	0.309	0.580
Antecedente COVID-19	4.128	0.046	0.163	0.687	0.116	0.734
Sexo*COVID-19	0.002	0.968	1.667	0.201	1.058	0.307
Medición repetida	2.408	0.126	1.256	0.267	0.799	0.375

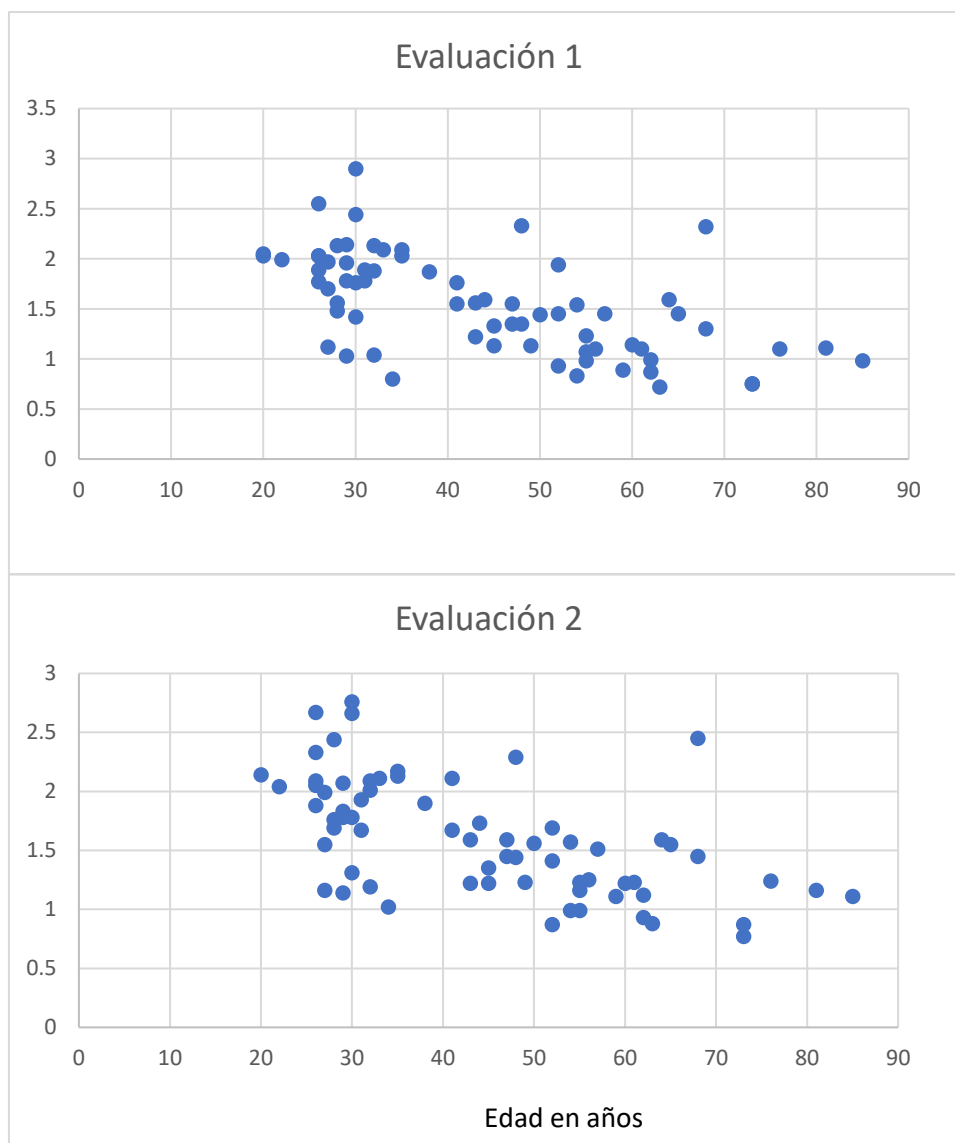
Tabla 4. Coeficiente de determinación ajustado a la edad, el sexo y el antecedente de haber padecido COVID-19 leve en las mediciones efectuadas en el músculo vasto intermedio de 70 adultos, en dos ocasiones con seis meses de diferencia.

Característica	Evaluación 1		Evaluación 2	
	R ² ajustada	(F) p	R ² ajustada	(F) p
Espesor	0.384	(11.768) p<0.00001	0.372	(11.225) p<0.00001
Longitud de la fibra	0.229	(6.144) 0.0002	0.281	(7.767) 0.00003
Velocidad de propagación	0.110	(3.135) 0.020	0.148	4.010 (0.005)

Tabla 5. Número y porcentaje de presentación de cada uno de los cuatro patrones que se observaron en el mapa de color de la elastografía del músculo vasto intermedio de 70 adultos, en dos evaluaciones.

Patrón	Evaluación 1		Evaluación 2	
	Número	Frecuencia	Número	Frecuencia
1	32	45.7%	31	44.2%
2	31	44.2%	29	41.4%
3	4	5.7%	7	10%
4	3	4.2%	3	4.2%

Figura 3. Mediciones del espesor (cm) del músculo vasto intermedio de 70 adultos de acuerdo a la edad en años, en dos mediciones con cerca de 6 meses de diferencia.



Discusión

En el contexto de la salud pública, se debe considerar la relevancia de la sarcopenia (8) y el impacto de la edad y condiciones previas como COVID-19 en la pérdida de masa muscular (20) (21). La ecografía musculoesquelética, sobre los métodos tradicionales, ofrece una herramienta diagnóstica menos invasiva y más accesible (13). Los resultados del estudio muestran variaciones significativas en el espesor muscular y la velocidad de propagación de la onda de corte, destacando factores como la edad y el antecedente de COVID-19 leve en estas mediciones (20)(21).

La influencia de la edad en todas las características musculares evaluadas sugiere que la disminución del grosor muscular es un fenómeno complejo afectado por el proceso natural de envejecimiento (9). Sin embargo, el hecho de tener el antecedente de infección por COVID-19 también podría asociarse a la modificación las mediciones y ecogenicidad del músculo, lo cual es relevante para el diagnóstico y tratamiento precoz de la sarcopenia en poblaciones que han experimentado COVID-19 en población mexicana (21). No obstante, los factores de riesgo específicos de la sarcopenia post-COVID aún no se conocen bien (22).

La capacidad de la ecografía musculoesquelética para detectar cambios sutiles en la masa y rigidez muscular puede permitir intervenciones más tempranas y potencialmente más efectivas para prevenir o mitigar la pérdida muscular asociada con la sarcopenia, por ello se realizó énfasis en la evaluación y caracterización muscular para futuros estudios en población mexicana (6)(23). Además, los hallazgos enfatizan la importancia de desarrollar estándares clínicos específicos para la población mexicana, considerando las variaciones demográficas y epidemiológicas.

En **conclusión**, la disminución del grosor del vasto medial es proporcional a la edad del paciente y la evidencia de comorbilidades que afectan el volumen y rigidez muscular. Las medidas son reproducibles a 6 meses, siempre y cuando se consideren estos factores y el estudio lo realice un operador con experiencia en ecografía.

REFERENCIAS

1. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, et al. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord* 2017 May 16;16:21. doi: 10.1186/s40200-017-0302-x
2. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division 2015; World Population Ageing 2015 (ST/ESA/SER.A/390).
3. Charlotte Beaudart, Myriam Zaaria, Françoise Pasleau, Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis, 2017; 12(1): e0169548
4. Rosenberg IH. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. Proceedings of a conference. Albuquerque, New Mexico, October 19-21, 1988. *Am J Clin Nutr* 1989;50 (5 Suppl):1121-1235.
5. Ticinesi A, Meschi T, Narici M, Lauretani F, Maggio M. Muscle Ultrasound and Sarcopenia in Older Individuals: A Clinical Perspective. *JAMDA* 2017; 18:290-300.
6. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Arai H, Kritchevsky SB, et al. International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, Diagnosis and Management. *The journal of nutrition, health & aging*. 2018 Nov 22; 22(10): 1148-1161.
7. Cruz-Jentoft A, Baeyens J, Bauer J, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39:412-423.
8. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th Revision ©Ginebra, OMS, 1992
9. Welch C, Hassan-Smith ZK, Greig CA, Lord JM, Jackson TA. Acute Sarcopenia Secondary to Hospitalization-An Emerging Condition Affecting Older Adults. *Aging & Disease* 2018;9 (1):151-164. doi.org/10.14336/AD.2017.0315
10. Seymour JM, Ward K, Sidhu PS, et al. . Ultrasound measurement of rectus femoris cross-sectional area and the relationship with quadriceps strength in COPD. *Thorax* 2009;64:418-423. doi:10.1136/thx.2008.103986.
11. Dhillon RJ, Hasni S. Pathogenesis and Management of Sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*. 2017 02; 33(1): 17-26.
12. Stringer HJ, Wilson D. The role of ultrasound as a diagnostic tool for sarcopenia. *J Frailty Aging* 2018;7(4):258-261.
13. Pillen S. Skeletal muscle ultrasound. *Eur J Translat Myology* 2010; 1 (4): 145-155.
14. Ando R, Taniguchi K, Saito A, Fujimiya M, Katayose M, Akima H. Validity of fascicle length estimation in the vastus lateralis and vastus intermedius using ultrasonography. *J Electromyog Kinesiol* 2014; 24: 214-220.
15. J. Calabia del Campo¹, H. Aguado Hernández, Diferencias en las herramienta de medición de sarcopenia desde las diferentes modalidades de imagen médica en fracturas caderas. *Radiología*. 2018;60(Espec Cong):1019.
16. Díaz Jiménez P, Bernabéu Wittel M. Utilidad de la ecografía clínica para el diagnóstico de sarcopenia. Universidad Internacional de Andalucía, 2019.
17. Nijholt W, Scafoglieri A, Jager-Wittenaar H, Hobbelen JSM, van der Schans C. The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review *Cachex Sarcop Muscle* 2017: 10.1002/jcsm.1221.

18. English C, Fisher L, Thoires K. Reliability of real-time ultrasound for measuring skeletal muscle size in human limbs in vivo: a systematic review. *Clin Rehabil* 2012;26:934–944.
19. Minetto MA, Caresio C, Menapace T, Hajdarevic A, Marchini A, Molinari F, Maffiuletti NA. Ultrasound-Based Detection of Low Muscle Mass for Diagnosis of Sarcopenia in Older Adults. *PM R*. 2016;8(5):453-462.
20. Strasser E. M., Draskovits Thomas, Praschak M. Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. Published online 2013 Mar 2. doi: 10.1007/s11357-013-9517-z.
21. Gomes de Jesus L, Almeida A., Silva Almeida I, Intra- and Inter-Rater Reliability and Agreement of Ultrasound Imaging of Muscle Architecture and Patellar Tendon in Post-COVID-19 Patients Who Had Experienced Moderate or Severe COVID-19 Infection, Published online 2022 Nov 24. doi: 10.3390/jcm11236934.
22. López A., Cobos L., Vilches A., COVID-19 in Older Patients: Assessment of Post-COVID-19 Sarcopenia, Published online 2023 Feb 28. doi: 10.3390/biomedicines11030733
23. Urška Lic̣en and Žiga Kozinc Using Shear-Wave Elastography to Assess Exercise-Induced Muscle Damage: A Review, *Infection. J. Clin. Med.* 2022, 11, 6934. <https://doi.org/10.3390/jcm11236934>