

Incidencia de atrofia muscular por ultrasonido en la unidad de cuidados intensivos

Incidence of muscle atrophy by ultrasound in the intensive care unit *Incidência de atrofia muscular pelo ultrassom na unidade de terapia intensiva*

Édgar Bravo Santibáñez^{1*}, Diana Karina Ponce de la Cruz², José Luis Moreno Rivera¹,
Gloria Valeria Martínez González¹, Salvador Domínguez Estrada².

Recibido: 1 de abril de 2023. Aceptado para publicación: 15 de mayo de 2023.
Publicado en línea: 15 de mayo de 2023.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v6n3.531>

Resumen

Introducción: la atrofia muscular en los cuidados críticos puede conllevar un aumento del tiempo de estancia y mortalidad intra- y extrahospitalaria. La ultrasonografía muscular de las extremidades inferiores se ha validado por ser un método reproducible en su evaluación.

Metodología: Estudio observacional, prospectivo, longitudinal y descriptivo en la terapia intensiva del Hospital General León, México, en el que se incluyeron a todos los pacientes con ingreso a la unidad; el seguimiento se realizó con dos mediciones del grosor del recto femoral (ingreso y quinto día), se definió atrofia con una disminución del 14 % del grosor y se identificó la incidencia como porcentajes con intervalos de confianza (IC) del 95 %.

Resultados: en 43 pacientes, la incidencia de atrofia muscular por ultrasonido fue de 42 % (IC 95 %: 27 %-57 %), la disminución del grosor del recto femoral en el grupo con atrofia fue del 28 % y en el grupo sin atrofia fue del 5,3 %. La albúmina tuvo correlación con el grosor del recto femoral desde el primer día ($r = 0,55$; $p = 0,03$); asimismo, los pacientes con bajo peso desarrollaron atrofia muscular ($p < 0,0001$).

Conclusión: la incidencia de atrofia muscular en cuidados intensivos fue alta en la población estudiada.

Palabras clave: atrofia muscular, ultrasonido muscular, unidad de cuidados intensivos.

Summary

Introduction: Muscle atrophy in critical care may lead to increased length of stay, as well as intra- and out-of-hospital mortality. Muscle ultrasonography of the lower extremities has been validated as a reproducible method in its evaluation.

Methodology: An observational, prospective, longitudinal, and descriptive study in the intensive care unit of the Hospital General León, Mexico. All patients admitted to the unit were included, follow-up was performed with two measurements of the thickness of the *rectus femoris* (admission and on fifth day), atrophy was defined as a decrease of 14% in thickness, and the incidence was identified as the percentages with 95% CI.

Results: A total of forty-three patients; the incidence of muscle atrophy by ultrasound was 42% (95% CI; 27% to 57%), the decrease in the thickness of the *rectus femoris* in the group with atrophy was 28%, and in the group without atrophy was 5.3%. Albumin correlated with *rectus femoris* thickness from day one ($r = 0.55$, $p = 0.03$); Likewise, underweight patients developed muscle atrophy ($p < 0.0001$).

Conclusion: Incidence of muscular atrophy in intensive care was high in the studied population.

Keywords: Muscle atrophy; muscle ultrasound; intensive care unit.

Resumo

Introdução: atrofia muscular em cuidados críticos pode levar ao aumento do tempo de internação, mortalidade intra e extra-hospitalar. A ultrassonografia muscular de membros inferiores tem sido validada como método reproduzível em sua avaliação.

Metodologia: estudo observacional, prospectivo, longitudinal e descritivo na unidade de terapia intensiva do Hospital General León, México. Foram incluídos todos os pacientes internados na unidade, o acompanhamento foi feito com duas medições da espessura do reto femoral (admissão e quinto dia), a atrofia foi definida como uma diminuição de 14% na espessura e a incidência foi identificada com porcentagens com IC de 95%.

Resultados: 43 pacientes, a incidência de atrofia muscular por ultrassom foi de 42% (IC 95% 27 a 57%), a diminuição da espessura do reto femoral no grupo com atrofia foi de 28% e no grupo sem atrofia foi de 5,3%. A albumina correlacionou-se com a espessura do reto femoral desde o primeiro dia ($r = 0,55$, $p = 0,03$); da mesma forma, os pacientes com baixo peso desenvolveram atrofia muscular ($p < 0,0001$).

Conclusão: a incidência de atrofia muscular nos cuidados intensivos foi elevada na população estudada.

Palavras-chave: Atrofia muscular, ultrasonografia muscular, unidade de terapia intensiva.

¹ Departamento de investigación, Hospital General León. León, México.² Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital General León. León, México.*Correspondencia: Edgar Bravo Santibáñez.
edgarsantibaez@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La atrofia muscular es una condición en la cual los músculos pierden tamaño y estructura debido a una disminución en la cantidad y calidad de fibras musculares por diferentes causas fisiopatológicas. En la terapia intensiva puede ser secundaria a la inmovilidad prolongada, uso de fármacos, edad, función muscular previa, inicio tardío de la nutrición y aportes inadecuados de proteínas en la dieta⁽¹⁻³⁾.

En la terapia intensiva se ha descrito la atrofia muscular entre el 50 % y 60 % e incrementa con el tiempo de estancia (1,7 % a 3 % de pérdida por día). En un estudio de un solo centro con 20 pacientes en una terapia intensiva general en México se reportó una prevalencia del 55 % de atrofia muscular; sin embargo, no hay reportes de incidencias en nuestra población⁽⁴⁻⁶⁾.

Esta complicación puede tener consecuencias graves, como disminución de la respuesta inmunitaria, aumento del tiempo de estancia hospitalaria y mayor riesgo de mortalidad intrahospitalaria y extrahospitalaria a los 60 días (cada 1 % de disminución de la masa muscular del cuádriceps se asocia con 5 % de incremento de la mortalidad)^(7,8). Es un factor de riesgo en la debilidad asociada a la terapia intensiva (25 %- 40 %), y de la misma forma, una alta discapacidad física posterior al egreso de los cuidados críticos; además, se asocia con disfunción muscular específica: disfunción diafragmática (80 %) y disfagia (15,6 %)⁽⁸⁻¹⁰⁾.

La evaluación de la pérdida muscular es difícil en la práctica clínica diaria, aunque existen diferentes métodos como las mediciones antropométricas clásicas (índice de masa corporal [IMC], circunferencia muscular media del brazo o circunferencia de rodilla), las cuales se pueden modificar por diferentes causas. Estudios como la tomografía, resonancia magnética o impedancia se han utilizado para su evaluación; sin embargo, no son reproducibles al pie de la cama; por tanto, la ultrasonografía muscular de las extremidades pélvicas, principalmente los músculos cuádriceps, han sido un enfoque de estudio para la evaluación cualitativa y cuantitativa de la pérdida muscular⁽¹¹⁻¹⁴⁾.

La medición del recto femoral es una de la más utilizadas en diferentes estudios, debido a la relativa facilidad y a la técnica bien estandarizada; por consiguiente, se puede calcular el área transversal, grosor de la grasa perimuscular y grosor del tendón del músculo femoral, y la medición del grosor del recto femoral es la más sencilla y rápida, con una alta concordancia entre las mediciones de diferentes evaluadores ($\kappa = 0,74-0,92$) y correlación entre mediciones de ambas extremidades ($r = 0,78$)^(13,15-18).

Se han establecido diferentes puntos de corte del grosor del recto femoral para establecer atrofia muscular en el paciente adulto y anciano (1,1-1,5 cm); no obstante, en el paciente crítico no existe una definición universal de atrofia muscular, por lo que se ha preferido definir atrofia por la pérdida en el porcentaje del grosor del recto femoral (14,5 % en 5 a 7 días)⁽¹⁹⁻²¹⁾.

Por tanto, el objetivo principal del estudio es identificar la incidencia de la atrofia muscular por ultrasonido en la unidad de cuidados intensivos (UCI) de adultos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Después de la autorización por los comités locales de ética e investigación (HGL-CIS-2022/015, CEI-003-2022) se llevó a cabo un estudio observacional, prospectivo, longitudinal y descriptivo en la terapia intensiva del Hospital General León, en México. Se incluyeron a todos los pacientes mayores de 18 años de ambos sexos que ingresaron a la terapia intensiva y se excluyeron o eliminaron a pacientes embarazadas, oncológicos, con enfermedad renal crónica en etapas terminales, insuficiencia hepática crónica, pacientes con enfermedades musculares (congénitas, adquiridas o autoinmunes) y con lesiones musculares o vasculares en las extremidades pélvicas; el estudio se apegó a la declaración de STROBE y de Helsinki, y se solicitó el consentimiento informado a todos los pacientes o familiares que fueron incluidos en el estudio.

El muestreo fue no probabilístico por casos consecutivos con un tamaño de muestra de 46 pacientes para una confianza del 95 %, poder del 80 %, 20 % de pérdi-

das y una expectativa de una incidencia de al menos un 50 % de atrofia muscular.

A todos los pacientes se les realizaron 2 evaluaciones ultrasonográficas del recto femoral (ingreso y quinto día), con transductor lineal de 7,5 Hz (ultrasonido marca SonoAce R3) a la altura de ambos muslos en posición supina con las extremidades extendidas, trazando una línea desde la espina iliaca anterosuperior hasta el borde de la rótula y la medición fue en el tercio medio en una ventana 2D sin presión del transductor en la región seleccionada; el recto femoral en la vista transversal se identificó como una estructura medial semicircular delimitada por la fascia muscular en el borde superior y por el vasto interno en el borde inferior; de acuerdo con lo establecido por Galindo Martin Ca y colaboradores⁽¹⁵⁾, el grosor del recto femoral (GRF) fue la diferencia en la distancia entre el borde superior y borde inferior del recto femoral sin realizar compresión en las estructuras; para obtener el grosor final se realizó la siguiente fórmula:

$$\text{Grosor final} = \frac{\text{GRF derecho} + \text{GRF izquierdo}}{2}$$

Se definió *atrofia muscular* como la disminución igual o menor de 14 % del GRF⁽²¹⁾ entre el primer y quinto día, todas las mediciones se realizaron por el mismo investigador, el cual tiene experiencia previa en ultrasonido crítico, y se estandarizó previamente la técnica para la medición del recto femoral. De la misma forma, se obtuvieron niveles de albúmina sérica, linfocitos totales, peso, talla e IMC; así mismo, se adquirieron datos como el tipo de dieta, kilocalorías totales y gramos de proteína de las hojas de valoración del servicio de nutrición, además de que se catalogó el estado nutricional conforme a la clasificación del IMC de la Organización Mundial de la Salud (OMS): bajo peso (IMC < 18,5 kg/m²), peso normal (IMC de 18,5 a 24,9 kg/m²), sobrepeso (IMC de 25 a 29,9 kg/m²) y obesidad (IMC ≥ 30 kg/m²)⁽²²⁾.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico en programa IBM SPSS versión 26. Se describieron las variables cualitativas como porcentajes y las variables cuantitativas con medias (\pm desviación estándar [DE]) o mediana (q1-q3), de acuerdo con la normalidad de los datos (prueba Shapiro-Wilk).

Para el objetivo principal se presentó la incidencia de atrofia muscular como porcentajes con intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %). Como objetivos secundarios, para evaluar la diferencia del grosor del recto femoral entre el primer y quinto día se realizó la prueba T de Student para las muestras pareadas o prueba de Wilcoxon; de la misma forma, para evaluar la diferencia entre el grosor del recto femoral entre los pacientes que presentaron o no atrofia muscular se realizó la prueba T de Student para las muestras independientes o la prueba U de Mann-Whitney, de acuerdo con la normalidad de los datos; además, se realizaron pruebas de correlación (correlación de Pearson o Spearman) entre las mediciones del grosor del recto femoral y los otros marcadores séricos: albúmina, linfocitos totales, peso e IMC. Para el presente estudio, se estableció un valor $p \leq 0,05$ como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Se incluyeron a 50 pacientes, de los cuales se eliminaron o excluyeron 7 pacientes que no completaron el tiempo del estudio, lo que dejó a un total de 43 pacientes del período de julio de 2022 a enero de 2023 que cumplieron con todos los criterios de selección para el análisis final.

De la población estudiada, el 74,4 % fueron hombres con una media (\pm DE) de edad de 38,7 años (\pm 14,8 años), una media de IMC de 28,6 kg/m² (\pm 6,5 kg/m²), la principal causa de ingreso fue quirúrgica (74,4 %) y el 93 % estuvo bajo ventilación mecánica; a nivel nutricional, el 34,9 % de los pacientes presentaba algún grado de obesidad y el 11,6 % presentaba bajo peso (de acuerdo con la clasificación de la OMS); el 100 % de los pacientes tuvo dieta enteral con una media de 30 kcal (\pm 8 kcal), 1,3 gramos (\pm 0,2 gramos) de proteínas y la mediana (q1-q3) del grosor del recto femoral medida por ultrasonido al ingreso fue de 11,5 mm (10,05-12,5 mm); los demás datos generales de la población se encuentran en la Tabla 1.

Para el objetivo principal, la incidencia de atrofia muscular medida por ultrasonido en la terapia intensiva (disminución \leq 14 % del grosor) fue del 42 % con un IC 95 % de 27 %-57 %. En los pacientes con atrofia muscular, la mediana del GRF en el primer día fue de 11 mm (10,5-12,5 mm) y al quinto día fue de 8,15 mm (7-10,3 mm) con una diferencia de 2,85 mm (28,5 % de disminución del grosor, $p = 0,003$); en los pacientes sin atrofia muscular, la mediana del GRF en el primer

Tabla 1. Descripción general de la población*

Variable	n = 43	Atrofia muscular (+) n = 18	Atrofia muscular (-) n = 25	p
Masculino, n (%)	32 (74,4)	12 (66)	20 (80)	0,328
Femenino, n (%)	11 (25,6)	6 (34)	5 (20)	0,328
Edad (años)	38,7 (± 14,8)	38 (± 14,6)	39 (± 15,2)	0,141
Peso (kg)	77,8 (± 18,1)	72 (± 16,6)	80,1 (± 18,3)	0,329
Talla (metros)	1,65 (± 0,1)	1,65 (± 0,1)	1,66 (± 0,08)	0,686
IMC (kg/m ²)	28,6 (± 6,5)	27,5 (± 5,5)	29,3 (± 7,2)	0,388
Obesidad, n (%)	15 (34,9)	6 (33,3)	9 (36)	0,858
Sobrepeso, n (%)	16 (37,2)	6 (33,3)	10 (40)	0,659
Bajo peso, n (%)	5 (11,6)	5 (20)	0	< 0,001 [‡]
Diabetes mellitus 2, n (%)	6 (14)	4 (22)	2 (8)	0,217
Hipertensión arterial, n (%)	10 (23,3)	5 (27,8)	5 (20)	0,717
APACHE II (puntos)	17 (12-18)	17 (15-18)	17 (12-19)	0,862
SOFA (puntos)	8 (6-10,5)	7,5 (5-8)	9 (7-13)	0,053
SAPS II (puntos)	47 (45-51,5)	47 (45-51)	47 (44-52)	0,569
Sepsis, n (%)	4 (9,3)	2 (11)	2 (8)	0,226
Politrauma, n (%)	29 (67,4)	11 (61,1)	18 (72)	0,054
Trauma encefálico, n (%)	28 (65,1)	12 (66,7)	16 (64)	0,072
Ventilación mecánica, n (%)	40 (93)	17 (94)	23 (92)	0,735
Albúmina al ingreso (g/dL)	2,8 (2,4-3,2)	3,3 (2,9-3,7)	3,1 (2,4-3,1)	0,160
Linfocitos al ingreso (µg/L)	1,6 (1-2,3)	2,1 (1,7-2,7)	1,5 (,7-2,4)	0,040 ^α
Proteínas en la dieta (g/día)	1,3 (± 0,2)	1 (± 0,02)	1,2 (± 0,03)	0,065
Estancia en la UCI (días)	5 (3-6,5)	4,5 (3,2-5,7)	5 (3-6,5)	0,645
Egreso, n (%)	39 (90,7)	18 (100)	21 (84)	0,127
Defunción, n (%)	4 (9,3)	0	4 (16)	0,127

*Se describe como medias (±DE) y medianas (q1-q3), IMC (índice de masa corporal), kg (kilogramos), n (número), microgramos (µg), litro (L), gramos (g), decilitro (dL), la significancia es por valor $p \leq 0,05$. [‡]Prueba exacta de Fisher. ^αU de Mann-Whitney.

día fue de 13,1 mm (11,9-14,4 mm) y al quinto día fue de 12,4 mm (11,4-14 mm) con una diferencia de 0,7 mm (5,3 % de disminución del grosor, $p = 0,174$). Al comparar el grosor del recto femoral en los pacientes que presentaron o no atrofia muscular, en el primer día de evaluación hubo una diferencia de 2,1 mm entre los

dos grupos ($p = 0,04$) y en el quinto día, una diferencia de 4,25 mm ($p < 0,001$) (Figura 1).

Al analizar los marcadores bioquímicos de nutrición, los pacientes con atrofia muscular presentaron una disminución en la albúmina (3,4 d/sl frente a 2,6 g/dl, $p = 0,002$) y en los linfocitos totales (1,93 µg/L

frente a 2,3 µg/L, $p = 0,02$) entre el primer y quinto día de medición; estos hallazgos no se observaron en los pacientes sin atrofia muscular. Además, en el grupo con atrofia muscular, la albúmina fue el marcador nutricional bioquímico que tuvo correlación con los cambios en el grosor del recto femoral desde el primer día de medición ($r = 0,55$, $p = 0,03$) (Figura 2).

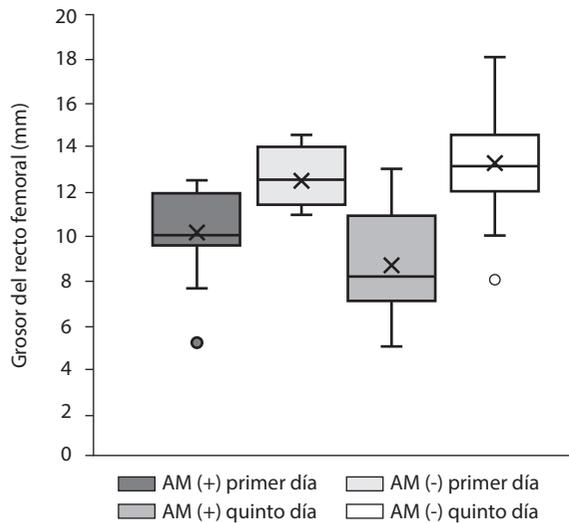


Figura 1. Comparación de la mediana del grosor del recto femoral en el primer día, pacientes con atrofia muscular (AM) de 11 mm (9,6-11,8 mm) y sin atrofia de 13,1 mm (11,9-14,4 mm), prueba U de Mann-Whitney ($p = 0,04$), y quinto día en pacientes con atrofia muscular de 8,15 mm (7-10,3 mm) y sin atrofia de 12,4 mm (11,4-14 mm), prueba U de Mann-Whitney ($p < 0,001$).

Finalmente, al comparar a los pacientes que presentaron o no atrofia muscular, no se observaron diferencias en el sexo, edad, IMC, escalas de gravedad (escala SOFA: 7,5 frente a 9 puntos, $p = 0,053$) o diagnóstico de ingreso, y fue similar el aporte de kilocalorías (32 frente a 28 kcal/kg/día, $p = 0,156$) y proteínas (1,2 frente a 1,3 g, $p = 0,089$). A pesar de ello, se identificó un mayor porcentaje de pacientes con bajo peso en el grupo con atrofia muscular (20 % frente a 0 %, $p < 0,001$) y fueron superiores los niveles de linfocitos totales en los pacientes sin atrofia muscular (2,1 frente a 1,5 µg/L, $p = 0,04$) (Tabla 1).

DISCUSIÓN

La incidencia de atrofia muscular en el presente estudio fue del 42 % a los 5 días de estancia en la UCI; así mismo, se identificó un menor grosor del recto femoral en los pacientes que presentaron atrofia desde el primer día de medición en comparación con los pacientes sin atrofia muscular. Además, la albúmina sérica fue el único marcador bioquímico que se correlacionó con los cambios en la medición ultrasonográfica.

Hrdy y colaboradores⁽⁴⁾ reportaron una incidencia de atrofia muscular del 59,6 % definida como una disminución mayor del 10 % en el área sectorial del recto femoral a los 7 días de ingreso a la terapia intensiva; así mismo, en el metaanálisis de Brigatta Fazzina y colaboradores⁽⁵⁾ hubo una incidencia del 55 % y el principal método de evaluación fue el ultrasonido (85 %), seguido de la tomografía (15 %); a pesar de las simi-

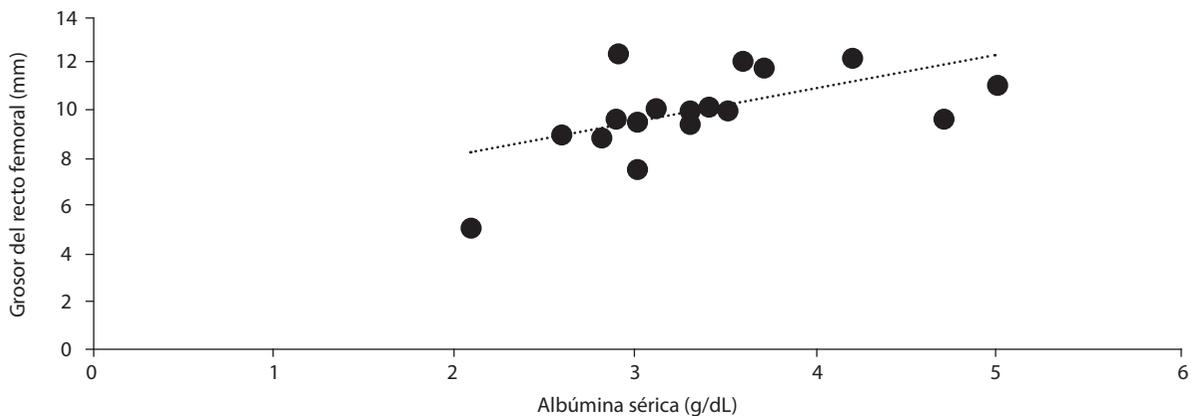


Figura 2. Relación moderada ($r = 0,55$; $p = 0,03$) entre los cambios del grosor del recto femoral y los niveles séricos de albúmina en el primer día de estancia en la UCI.

litudes, en ambos artículos el seguimiento fue al séptimo día, en contraste con el quinto día de medición en nuestro estudio; además, la medición ultrasonográfica realizada en los dos estudios fue el área sectorial y en nuestro protocolo fue el grosor del recto femoral.

Toledo y colaboradores⁽¹⁷⁾ encontraron un descenso en el grosor del 15 % en la pierna derecha y del 12,7 % en la pierna izquierda en los pacientes con alteración en la función muscular y la reducción de 13,5 % en el grosor del músculo recto femoral fue un marcador de mal pronóstico funcional; estos datos fueron comparables con la reducción del 28,5 % del grosor del recto femoral en los pacientes con atrofia muscular en nuestros resultados; sin embargo, no se hizo un análisis para evaluar la asociación con mortalidad u otras complicaciones en el paciente crítico.

Un hallazgo interesante es la posible asociación entre el bajo peso y la atrofia muscular; estos datos fueron similares a los hallados en el estudio de Goossens y colaboradores⁽²³⁾, en el que el sobrepeso y la obesidad demostraron prevenir el desgaste y debilidad muscular; de la misma manera, Mendes y colaboradores⁽²⁴⁾ encontraron en los pacientes con menor IMC una menor circunferencia del brazo y de la pantorrilla al ingreso hospitalario, y mayor pérdida del grosor muscular en comparación con los pacientes con una mejor circunferencia muscular.

Al analizar las escalas de gravedad (APACHE II y SOFA) entre los pacientes con y sin atrofia muscular no se tuvo disimilitud en los puntajes; estos datos son discordantes, ya que Puthuchery y colaboradores⁽²⁵⁾ reportaron una correlación entre el incremento de las escalas de insuficiencia orgánica (SOFA) con el área sectorial del recto femoral ($r^2 = 0,23$; $p = 0,001$), en contraste con Hrdy y colaboradores⁽⁴⁾, los cuales no observaron diferencias entre los puntajes en la escala APACHE II (28,2 frente a 26,7; $p = 0,326$) y escala de SOFA (10 frente a 9,1; $p = 0,206$).

Finalmente, los cambios de albúmina sérica se correlacionaban con el cambio en el grosor del recto femoral; no obstante, al momento no hay estudios previos que comparen la correlación entre estos dos marcadores. Cabe destacar que la albúmina es un marcador que puede modificarse por múltiples causas (respuesta inflamatoria, función hepática, sobrecarga hídrica) y se ha establecido previamente que los niveles bajos de albúmina iniciales se asocian y son un factor de riesgo para un peor pronóstico en la terapia intensiva en diferentes patologías como sepsis o pancreatitis^(26,27); por tanto, sería un tema relevante para estudios futuros.

Las principales limitaciones del estudio que se identificaron fueron la imposibilidad de correlacionar

la medición del grosor del recto femoral con otros marcadores como pérdidas de nitrógeno en la orina o prealbúmina sérica, la falta de comparación de nuestros datos con otras mediciones ultrasonográficas como el grosor diafragmático, el área sectorial del recto femoral o con otros músculos del cuádriceps femoral (vastos o tendón femoral), y la falta de control del inicio, aporte o tipo de nutrición en la población estudiada, lo que puede suponer un sesgo en nuestros resultados.

CONCLUSIONES

La incidencia de atrofia muscular medida por el grosor del recto femoral por ultrasonido en la terapia intensiva fue del 42 %; así mismo, el bajo peso al ingreso puede ser un factor de riesgo para atrofia muscular, y la albúmina tuvo una correlación positiva con los cambios en el grosor del recto femoral.

PUNTOS CLAVE

- Es la primera vez que se identifica la incidencia de atrofia muscular medida por ultrasonido en la terapia intensiva en México.
- Se establece la utilidad de una herramienta al pie de la cabecera como el ultrasonido muscular a nivel del recto femoral para la monitorización nutricional en los pacientes críticamente enfermos.
- El porcentaje de reducción del grosor del recto femoral en los pacientes con atrofia muscular al quinto día fue superior a lo descrito en otros estudios con seguimiento a siete días.
- Se observa una disminución en marcadores bioquímicos nutricionales como albúmina sérica y linfocitos totales en la población con atrofia muscular entre el primer y quinto día de medición.
- La albúmina fue el marcador bioquímico nutricional que tuvo correlación con los cambios en el grosor del recto femoral tanto en el primer como en el quinto día de medición.

Agradecimientos

Se agradece al servicio de terapia intensiva del Hospital general León, así como al servicio de enseñanza por las facilidades dadas para la realización del presente estudio.

Declaración de autoría

Édgar Bravo Santibáñez y Diana Karina Ponce de la Cruz contribuyeron igualmente a la concepción y diseño de la

investigación; Salvador Domínguez Estrada contribuyó al diseño de la investigación; José Luis Moreno Rivera contribuyó a la adquisición y análisis de los datos; Édgar Bravo Santibáñez y Diana Karina Ponce de la Cruz contribuyeron a la interpretación de los datos; y Édgar Bravo Santibáñez y Gloria Valeria Martínez González redactaron el manuscrito. Todos los autores revisaron el manuscrito, acuerdan ser plenamente responsables de garantizar la integridad y precisión del trabajo, y leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Fuentes de financiación

El presente estudio no tuvo financiación.

Referencias bibliográficas

1. Van Gassel RJJ, Baggerman MR, van de Poll MCG. Metabolic aspects of muscle wasting during critical illness. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2020;23(2):96-101. doi: 10.1097/MCO.00000000000006282
2. Palakshappa JA, Reilly JP, Schweickert WD, Anderson BJ, Khoury V, Shashaty MG, et al. Quantitative peripheral muscle ultrasound in sepsis: Muscle area superior to thickness. *J Crit Care*. 2018;47:324-330. doi: 10.1016/j.jcrc.2018.04.003
3. Dresen E, Weißbrich C, Fimmers R, Putensen C, Stehle P. Medical high-protein nutrition therapy and loss of muscle mass in adult ICU patients: A randomized controlled trial. *Clin Nutr*. 2021;40(4):1562-1570. doi: 10.1016/j.clnu.2021.02.021
4. Hrdy O, Vrbica K, Kovar M, Korbicka T, Stepanova R, Gal R. Incidence of muscle wasting in the critically ill: a prospective observational cohort study. *Sci Rep*. 2023;13(1):742. doi: 10.1038/s41598-023-28071-8
5. Fazzini B, Märkl T, Costas C, Blobner M, Schaller SJ, Prowle J, et al. The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2023;27(1):2. doi: 10.1186/s13054-022-04253-0
6. Gutiérrez ZD, Rosas SK, Cerón DU, Limbert Sagardia C, Martínez Zubieta R. Ultrasonografía del musculoesquelético como valoración nutricional en el paciente crítico. *Med Crit*. 2017;31(3):122-127.
7. Lee ZY, Ong SP, Ng CC, Yap CSL, Engkasan JP, Barakatun-Nisak MY, et al. Association between ultrasound quadriceps muscle status with pre-morbid functional status and 60-day mortality in mechanically ventilated critically ill patient: A single-center prospective observational study. *Clin Nutr*. 2021;40(3):1338-1347. doi: 10.1016/j.clnu.2020.08.022
8. Schefold JC, Wollersheim T, Grunow JJ, Luedi MM, Z'Graggen WJ, Weber-Carstens S. Muscular weakness and muscle wasting in the critically ill. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2020;11(6):1399-1412. doi: 10.1002/jcsm.12620
9. Mayer KP, Thompson Bastin ML, Montgomery-Yates AA, Pastva AM, Dupont-Versteegden EE, et al. Acute skeletal muscle wasting and dysfunction predict physical disability at hospital discharge in patients with critical illness. *Crit Care*. 2020;24(1):637. doi: 10.1186/s13054-020-03355-x
10. Cornejo-Pareja I, Soler-Beunza AG, Vegas-Aguilar IM, Fernández-Jiménez R, Tinahones FJ, García-Almeida JM. Predictors of Sarcopenia in Outpatients with Post-Critical SARS-CoV2 Disease. Nutritional Ultrasound of Rectus Femoris Muscle, a Potential Tool. *Nutrients*. 2022;14(23):4988. doi: 10.3390/nu14234988
11. Paris MT, Mourtzakis M, Day A, Leung R, Watharkar S, Kozar R, et al. Validation of Bedside Ultrasound of Muscle Layer Thickness of the Quadriceps in the Critically Ill Patient (VALIDUM Study). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41(2):171-180. doi: 10.1177/0148607116637852
12. Sengul Aycicek G, Ozsurekci C, Caliskan H, Kizilarslanoglu MC, Tuna Dogrul R, Balci C, et al. Ultrasonography versus bioelectrical impedance analysis: ¿which predicts muscle strength better? *Acta Clin Belg*. 2021;76(3):204-208. doi: 10.1080/17843286.2019.1704989
13. Sabatino A, Regolisti G, Bozzoli L, Fani F, Antoniotti R, Maggiore U, et al. Reliability of bedside ultrasound for measurement of quadriceps muscle thickness in critically ill patients with acute kidney injury. *Clin Nutr*. 2017;36(6):1710-1715. doi: 10.1016/j.clnu.2016.09.029
14. Paris MT, Mourtzakis M, Day A, Leung R, Watharkar S, Kozar R, et al. Validation of Bedside Ultrasound of Muscle Layer Thickness of the Quadriceps in the Critically Ill Patient (VALIDUM Study). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41(2):171-180. doi: 10.1177/0148607116637852
15. Galindo Martín CA, Monares Zepeda E, Lescas Méndez OA. Bedside Ultrasound Measurement of Rectus Femoris: A Tutorial for the Nutrition Support Clinician. *J Nutr Metab*. 2017;2017:2767232. doi: 10.1155/2017/2767232
16. Hernández-Socorro CR, Saavedra P, López-Fernández JC, Ruiz-Santana S. Assessment of Muscle Wasting in Long-Stay ICU Patients Using a New Ultrasound Protocol. *Nutrients*. 2018;10(12):1849. doi: 10.3390/nu10121849
17. Toledo DO, Freitas BJ, Dib R, Pfeilsticker FJDA, Santos DMD, Gomes BC, et al. Peripheral muscular ultrasound as outcome assessment tool in critically ill patients on mechanical ventilation: An observational cohort study. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;43:408-414. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.03.015
18. Pardo E, El Behi H, Boizeau P, Verdonk F, Alberti C, Lescot T. Reliability of ultrasound measurements of quadriceps muscle thickness in critically ill patients. *BMC Anesthesiol*. 2018;18(1):205. doi: 10.1186/s12871-018-0647-9

19. Wu RY, Sung WH, Cheng HC, Yeh HJ. Investigating the rate of skeletal muscle atrophy in men and women in the intensive care unit: a prospective observational study. *Sci Rep.* 2022;12(1):16629. doi: 10.1038/s41598-022-21052-3
20. Fukumoto Y, Ikezoe T, Taniguchi M, Yamada Y, Sawano S, Minani S, et al. Cut-off Values for Lower Limb Muscle Thickness to Detect Low Muscle Mass for Sarcopenia in Older Adults. *Clin Interv Aging.* 2021;16:1215-1222. doi: 10.2147/CIA.S304972
21. Li RY, He HW, Sun JH, Li Q, Long Y, Liu HP. Clinical value of early bedside ultrasound measurement of quadriceps femoris in diagnosis of ICU-acquired weakness. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2020;100(25):1967-1972. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20191129-02609
22. Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. 2022. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
23. Goossens C, Marques MB, Derde S, Vander Perre S, Dufour T, Thiessen SE, et al. Premorbid obesity, but not nutrition, prevents critical illness-induced muscle wasting and weakness. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2017;8(1):89-101. doi: 10.1002/jcsm.12131
24. Mendes JNDS, Rodrigues IG, Arcoverde GMPF, Floro CCP, Fortunato WSL, Lima RMDS, et al. Evaluation of muscle loss by ultrasonography in critically ill patients. *Nutr Clin Pract.* 2023;38(3):664-671. doi: 10.1002/ncp.10945
25. Puthuchery ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al. Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness. *JAMA.* 2013;310(15):1591-1600. doi: 10.1001/jama.2013.278481
26. Yin M, Si L, Qin W, Li C, Zhang J, Yang H, et al. Predictive Value of Serum Albumin Level for the Prognosis of Severe Sepsis Without Exogenous Human Albumin Administration: A Prospective Cohort Study. *J Intensive Care Med.* 2018;33(12):687-694. doi: 10.1177/0885066616685300
27. Ni T, Wen Y, Wang Y, Jiang W, Sheng H, Chen E, et al. Association between albumin or prealbumin levels at different stages and prognosis in severe acute pancreatitis: a 5-year retrospective study. *Sci Rep.* 2022;12(1):16792. doi: 10.1038/s41598-022-21278-1